

Е. Н. СОКОЛОВА

Юному физику

УЧПЕДГИЗ-1959



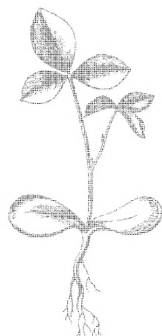
Е. Н. СОКОЛОВА

Юному ФИЗИКУ



ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ

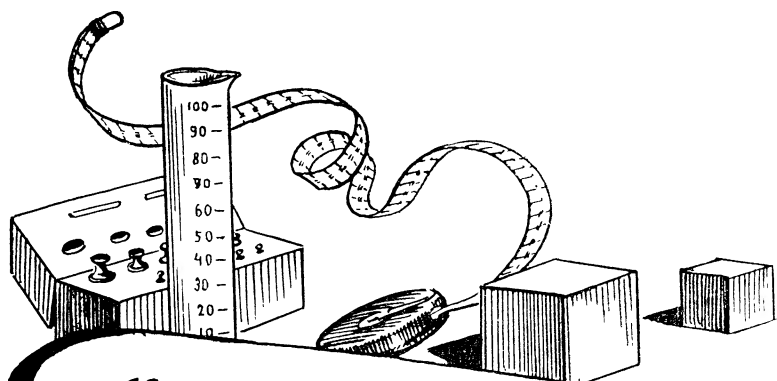
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
Москва — 1959



Scan nbl



Scan nbl

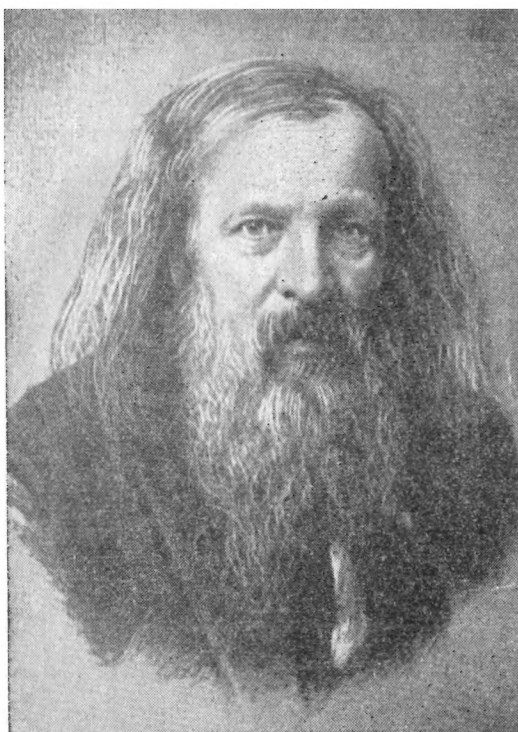


Восстанови в памяти
метрические меры





Scan nbl



Знаменитый русский учёный Дмитрий Иванович Менделеев (1834—1907), которому была поручена в своё время работа по установлению точных мер в России, писал:

«Мера и вес суть главные орудия познания природы, и нет столь малого, от которого не зависило бы всё крупнейшее».

Меры длины

- 1 километр = 1000 метров
- 1 метр = 10 дециметров = 100 сантиметров = 1000 миллиметров
- 1 дециметр = 0,1 метра = 10 сантиметров = 100 миллиметров
- 1 сантиметр = 0,01 метра = 10 миллиметров
- 1 миллиметр = 0,001 метра = 1000 микронов
- 1 микрон = 0,000 001 метра = 0,001 миллиметра

Меры площади

- 1 гектар (га) = 100 аров = 10 000 кв. метров
- 1 ар = 0,01 га = 100 кв. метров
- 1 кв. метр = 100 кв. дециметров = 10 000 кв. сантиметров
- 1 кв. дециметр = 0,01 кв. метра = 100 кв. сантиметров
- 1 кв. сантиметр = 0,0001 кв. метра = 100 кв. миллиметров

Меры объёма

- 1 куб. метр = 1000 куб. дециметров = 1 000 000 куб. сантиметров
- 1 куб. дециметр = 0,001 куб. метра = 1000 куб. сантиметров
- 1 литр = 1 куб. дециметр = 1000 куб. миллилитров
- 1 гектолитр = 100 литров
- 1 декалитр = 10 литров
- 1 миллилитр = 0,001 литра = 1 куб. сантиметр

Меры веса

- 1 тонна = 1000 килограммов
- 1 центнер = 100 килограммов
- 1 килограмм = 1000 граммов
- 1 грамм = 0,001 килограмма = 1000 миллиграммов
- 1 миллиграмм = 0,001 грамма

Меры времени

- 1 год = 12 месяцев = 365 суток
- 1 месяц = 30 дней
- 1 сутки = 24 часа
- 1 час = 60 минут = 3600 секунд
- 1 секунда = $\frac{1}{86\,400}$ доля средних солнечных суток

Особо принятые меры

1 морская миля — мера длины, принятая в морском транспорте, равная 1,852 километра

1 световой год — мера длины, принятая в астрономии, равная $9,467 \times 10^{12}$ километров, т. е. пути, проходимому светом за 1 год при скорости 300 000 км в секунду

1 географический градус: по меридиану = 111 км, по параллели = 105 км (в среднем)

1 карат — мера веса, принятая для веса драгоценных камней и золота, равная 0,2 грамма = 200 миллиграммов

Старые русские меры, встречающиеся в литературе

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| 1 верста = 1,067 километра | 1 дюйм = 25,4 миллиметра |
| 1 сажень = 2,134 метра | 1 десятина = 1,09 га |
| 1 аршин = 0,71 метра | 1 пуд = 16 килограммов |
| 1 вершок = 4,4 сантиметра | 1 фунт = 409 граммов |

Некоторые астрономические данные

Расстояние Солнца от Земли 150 000 000 километров

Расстояние Луны от Земли 384 400 километров, что приблизительно равно 60 земным радиусам

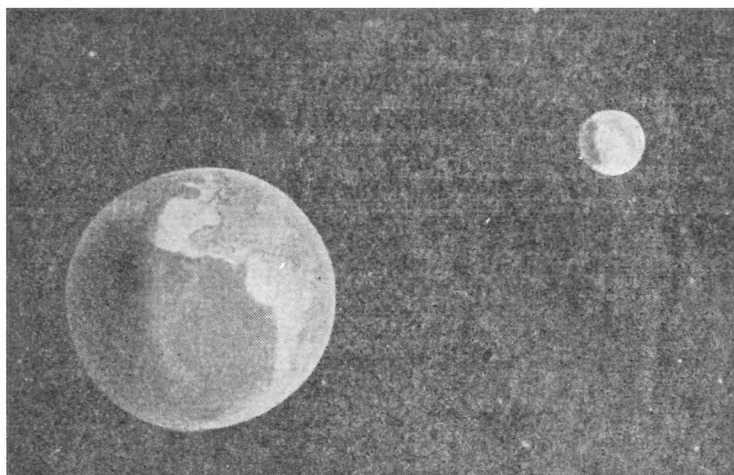


Рис. 1. Земля и Луна в мировом пространстве.

Средний радиус Земли 6371,2 километра

Поверхность земного шара 510 000 000 кв. километров

Поверхность Солнца 6 079 000 000 000 кв. километров

Объём Солнца в 1 300 000 раз больше объёма Земли

Диаметр Солнца 1 391 000 километров, в 109 раз больше диаметра Земли

Диаметр Луны 3477 километров

Объём Луны в 50 раз меньше объёма Земли

Искусственные спутники Земли

Маленькие планеты, вращающиеся вокруг какой-либо планеты большого размера, принято называть её «спутниками». Так Луна вращается вокруг Земли; Луна во много раз меньше Земли, поэтому Луна называется спутником Земли. У планет может быть несколько спутников. Планета Юпитер имеет 5 спутников, вокруг планеты Марс вращаются два спутника и т. д. Английский учёный Ньютон, изучая законы движения Земли, ещё в XVIII веке высказал теоретическое предположение, что если небольшому телу придать определённую скорость движения, например выстрелить этим телом из пушки, то, приобретая скорость 7900 метров в секунду, такое тело не упадёт обратно на Землю,



Константин Эдуардович Циолковский
(1857—1935).

а будет вращаться вокруг Земли, т. е. станет искусственным спутником нашей планеты.

Практическую возможность сделать и запустить искусственный спутник Земли впервые обосновал великий русский учёный и изобретатель Константин Эдуардович Циолковский (1857—1935 гг.).

4 октября 1957 года в Советском Союзе был запущен первый искусственный спутник Земли. Этот день стал знаменательной датой в осуществлении самой замечательной мечты человечества — покорения межпланетных пространств.

Из письма К. Э. Циолковского к юным техникам Урала.

«Берегите жизнь, дети, и вам останется впереди 60—70 лет работы, в течение которых вы сможете, если захотите, достигнуть многого.

Но всю жизнь надо стремиться к высшему и учиться.

Смешно, что мне жалуются ребята, чуть ли не 10 лет: их де изобретения и мысли не осуществляют или не принимают.

Как же мы-то терпели многие десятки лет и едва-едва кое-что достигли. Мы же не имели детских технических станций и тех хороших условий, в которые поставлены вы.

Берегите силы, улучшайте жизнь, всегда учитесь и никогда, никогда не падайте духом. И вы, наверное, достигнете успехов в своих стремлениях быть полезными людям.

Ещё раз привет вам от дедушки Кости».

31 марта 1935 г.

Калуга

Первые в мире

Всё человечество восхищено великим научным подвигом советских людей, создавших впервые в мире искусственный спутник Земли. На рисунке 2 изображён первый спутник на подставке (до его запуска).

Первый спутник имеет форму шара, диаметр которого 58 сантиметров. Вес спутника с оборудованием 83,6 килограмма. Корпус спутника сделан из алюминиевых сплавов, поверхность его полирована и подвергнута специальной обработке. Внутри корпуса расположены приборы и источники энергоснабжения. Два радиопередатчика излучают радиосигналы, которые могут быть приняты на расстоянии до 10 000 километров. На внешней поверхности спутника установлены четыре антенны в виде стержней длиной 2,4—2,9 метра.

Перед запуском спутник был заполнен газообразным азотом, циркуляция которого поддерживала внутри спутника определённый тепловой режим (необходимый для работы приборов).

Запуск спутника произведён был с помощью специальной составной ракеты очень сложного устройства. Она обладает мощными двигателями, способными поднять ракету на высоту в тысячу километров. Спутник помещён был спереди ракеты и защищён особым конусом. В остальной части ракеты был размещён запас топлива для двигателей и находились приборы, управлявшие запуском ракеты.

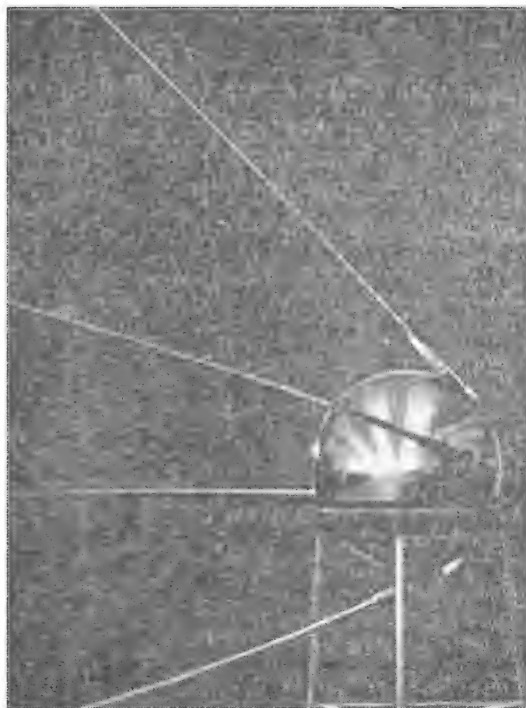


Рис. 2. Внешний вид
первого искусственного спутника Земли.

При запуске ракета поднялась сначала вертикально вверх, затем автоматически изменила своё направление и на высоте примерно 1000 километров начала двигаться параллельно поверхности Земли со скоростью 8000 метров в секунду. Через некоторое время ракета-носитель и защитный конус отделились от спутника и последний начал двигаться вокруг Земли самостоятельно.

В первые 7 дней движения спутника Земля принимала его радиосигналы, в дальнейшем сигналы замолкли, так как истощился запас энергии для его радиостанций. Первый спутник совершал движение вокруг Земли по эллипсу, который своей плоскостью как бы пересекал Землю с юго-запада на северо-восток. Полный оборот первого спутника вокруг Земли совершался за 96 минут.

Наблюдения за спутником были организованы очень широко. Особенно хорошо был виден спутник в утренние и вечерние

часы, когда он быстро пролетал, как светящаяся точка, по тёмному небу, освещённый солнцем, находившимся ниже горизонта. Радиолюбители всего мира старались поймать и ловили радиосигналы спутника в течение первой недели его движения.

Советскими учёными с самого начала было намечено запустить не один, а несколько искусственных спутников. 3 ноября 1957 года ТАСС известило мир о запуске в Советском Союзе



Рис. 3. Первый путешественник в космос — собака Лайка.

второго, более сложного искусственного спутника Земли. Вторым спутник уже не имел формы шара. Искусственным спутником стала вся последняя ступень составной ракеты-носителя. В передней части ракеты были установлены приборы для исследования излучения Солнца, вслед за ними помещалась закрытая шарообразная кабина с радиопередатчиками и другой сложной аппаратурой. В третьем отделении спутника в особой герметически закрытой кабине находилась собака Лайка (рис. 3). Первый живой путешественник в космическое пространство предварительно проходил длительную всестороннюю подготовку. В кабине Лайка могла свободно лежать, получать воздух для дыхания и пищу при помощи особых автоматических приборов. Работа автоматов рассчитана была на 7 дней полёта. Общий вес оборудования второго спутника составил 508,3 килограмма. Скорость спутника в начальный момент была около 8000 метров в секунду. С такой скоростью второй спутник начал двигаться на высоте 1500 километров от поверхности Земли. Время полного оборота

второго искусственного спутника вокруг Земли оказалось равным 1 часу 42 минутам.

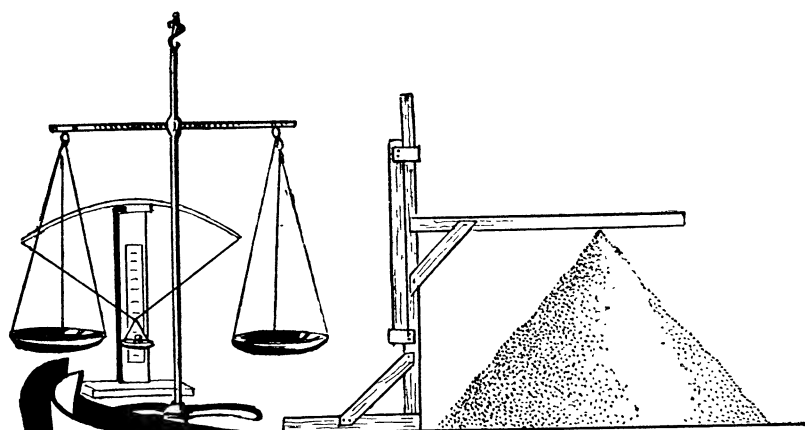
Наблюдения за показаниями приборов спутника и контроль за жизнедеятельностью собаки Лайки осуществлялись благодаря особым радиосигналам, передаваемым радиостанциями спутника на Землю.

Успешным запуском второго искусственного спутника Земли советские учёные расширили возможность изучения верхних слоёв атмосферы и открыли новую эпоху в технике завоевания межпланетного пространства.

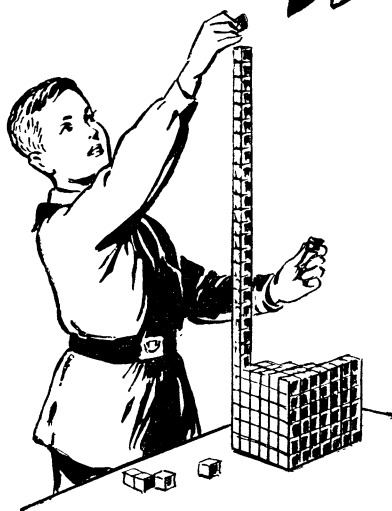
Заранее было учтено, что первый и второй спутники не смогут вернуться невредимыми обратно на Землю, а сгорят, накалившись при трении о воздух в момент их падения.

15 мая 1958 г. был запущен третий советский искусственный спутник Земли. По своим размерам и весу он значительно превосходил два первых спутника. Высота спутника больше трёх метров, вес составлял 1327 кг. Третий искусственный спутник справедливо называют летающей космической лабораторией. В нём находились разнообразные приборы, предназначенные для изучения верхних слоёв земной атмосферы, Солнца и многих ещё не раскрытых до конца тайн природы. Благодаря тому, что третий советский спутник был запущен на большую высоту, чем предыдущие спутники, он просуществовал значительно дольше.





Простейшие измерения





Измерения на глаз

В жизни очень важно обладать хорошим глазомером. Имея «точный» глаз, можно при случае без всяких приборов и измерительных инструментов довольно точно определять расстояния.

Точность своего глазомера каждый человек может развить, тренируясь в этом отношении.

Хороший глазомер — ценное качество и для стрелка, и для охотника, и для исследователя, и для туриста.

Точность глаза и при измерительных работах с приборами даёт нам возможность при отсчёте сделать меньше ошибок и измерить что-либо точнее.

Зоркость глаза

У разных людей зоркость глаза различна. (Прочти рассказ А. П. Чехова «Степь».) Особую зоркость глаза, или остроту зрения, имеют люди, живущие непосредственно среди природы.

Лучшим испытанием зоркости является наблюдение некоторых небесных тел, рассмотрение которых для обыкновенного человека невозможно без зрительной трубы.

Древние арабы испытывали зоркость молодых воинов по средней звезде в хвосте Большой Медведицы: хороший глаз должен различить рядом с этой звездой (Мицаром) ещё небольшую звёздочку — Алькор, или Наездник. Для менее зоркого глаза обе эти звезды (Мицар и Алькор) кажутся одной звездой, и свет их сливается, хотя на самом деле эти звёзды удалены одна от другой.

Весьма удобным испытанием зоркости может служить и звёздная группа Плеяд, Стожары, или Утиное гнездо, как называют её русские крестьяне.

Для определения на глаз больших расстояний полезно помнить следующую табличку.

При нормальном зрении становятся видимыми:

деревья и большие дома	с 9 км
отдельные домики	с 5 км
окна в домах	с 4 км
трубы на крышах	с 1 км
переплётёты на окнах	с 530 м
лица людей	с 160 м
глаза на лице людей	с 60 м

Проверьте видимость какого-либо предмета, находящегося на большом расстоянии, пользуясь данными приведённой таблицы.

Определение на глаз расстояния до предмета по его высоте

Можно довольно точно измерить на глаз расстояние до предмета (высота которого известна) и другим способом. Для этого

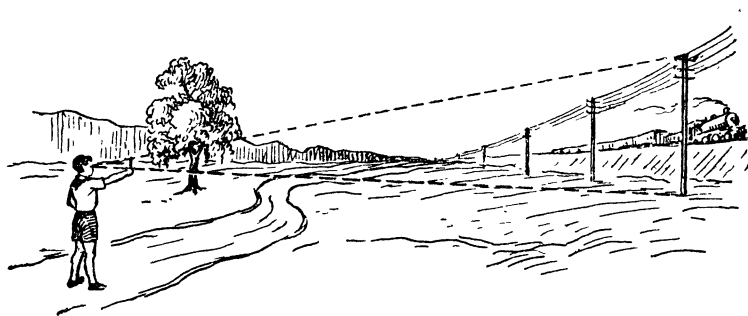


Рис. 5.

следует взять в вытянутую руку масштабную линейку, закрыть ею предмет от глаза и затем подсчитать число делений на той части линейки, которая целиком закрывает предмет. Принять, что длина вытянутой руки в среднем равна 60 см. Искомое расстояние будет относиться к расстоянию линейки от глаза (т. е. к 60 см) так, как размер рассматриваемого предмета относится к размеру части линейки, закрывающей предмет (рис. 5).

Например, если нужно определить расстояние до телеграфного столба высотой в 6,5 м и если часть линейки, полностью закрывающая от глаза столб, равна 2 см, тогда расстояние до столба от наблюдателя составит:

$$x = \frac{650 \text{ см} \cdot 60 \text{ см}}{2 \text{ см}}, \text{ или } \frac{6,5 \text{ м} \cdot 0,6 \text{ м}}{0,02 \text{ м}},$$

$$x = 19\,500 \text{ см}, \text{ или } 195 \text{ м}.$$

Вместо масштабной линейки можно пользоваться при таком измерении любым другим предметом, размеры которого известны. Масштабной линейкой пользоваться удобнее: проще считать.

Используйте приведённый способ отсчёта в своих наблюдениях.

Определение высоты тела на глаз

Определить высоту здания, дерева, башни можно простым способом. Для этого надо изготовить высотомер. Простейший высотомер можно вырезать из фанеры или твёрдого картона. Он должен представлять собой равнобедренный прямоугольный треугольник.

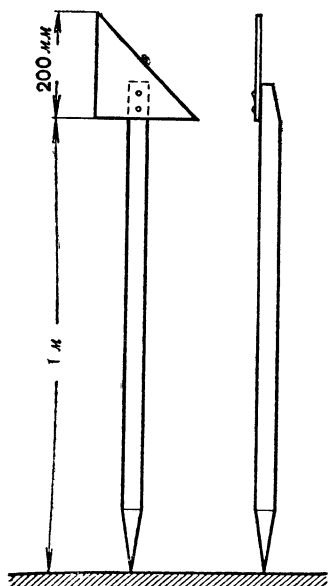


Рис. 6. Высотомер. Вид сбоку и спереди.

Размер сторон удобно взять в 20 см. Треугольник прикрепить к палке, нижний конец которой заострить. Высота палки не должна быть больше 1 м (рис. 6).

При измерении держать перед собой высотомер так, чтобы его нижний катет принял горизонтальное положение.

Отходить от предмета, высоту которого желательно измерить, до тех пор, пока глаз наблюдателя, гипотенуза треугольника и верхняя точка измеряемого предмета не будут находиться на продолжении одной прямой линии. Высота предмета при этом будет равна расстоянию от предмета до ножки укрепленного в земле высотомера, увеличенному на высоту палки последнего.

Измерение высоты тела по его тени

В солнечный день легко определить высоту предмета по его тени.

Для этого необходимо иметь только ровную, прямую палку длиной в один метр.

Палку воткнуть рядом с телом, высоту которого хотим определить, так, чтобы тень от палки отбрасывалась в том же самом направлении, что и тень от тела (дерева, столба и пр.) Измерить шагами или при помощи рулетки длину обеих теней.

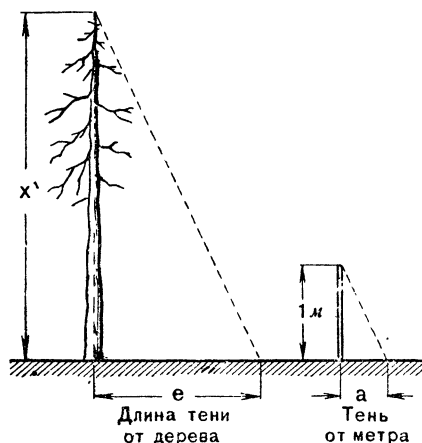


Рис. 7.

Во сколько раз длина одной тени больше другой, во столько раз высота измеряемого тела больше одного метра.

Указанные здесь способы измерений могут оказать большую услугу во время экскурсии, прогулки или туристического похода.

Определить на глаз

Рассматривая внимательно каждый из помещённых ниже рисунков, определить на глаз:

1) с точностью до 0,1 деления, чему равны показания стрелок (рис. 8, А и Б).

2) У изображённых часов (рис. 8, В) утеряна минутная стрелка, но часы идут. Который час они показывают?

3) Какую температуру показывает медицинский термометр, изображённый на рисунке 8, Г?

4) Выйдет ли письмо в отверстие почтового ящика в таком положении, в каком оно изображено на рисунке 8, Д?

5) С какой точностью можете определить на глаз длину брусочков, измеряемых масштабной линейкой (рис. 8, Е).

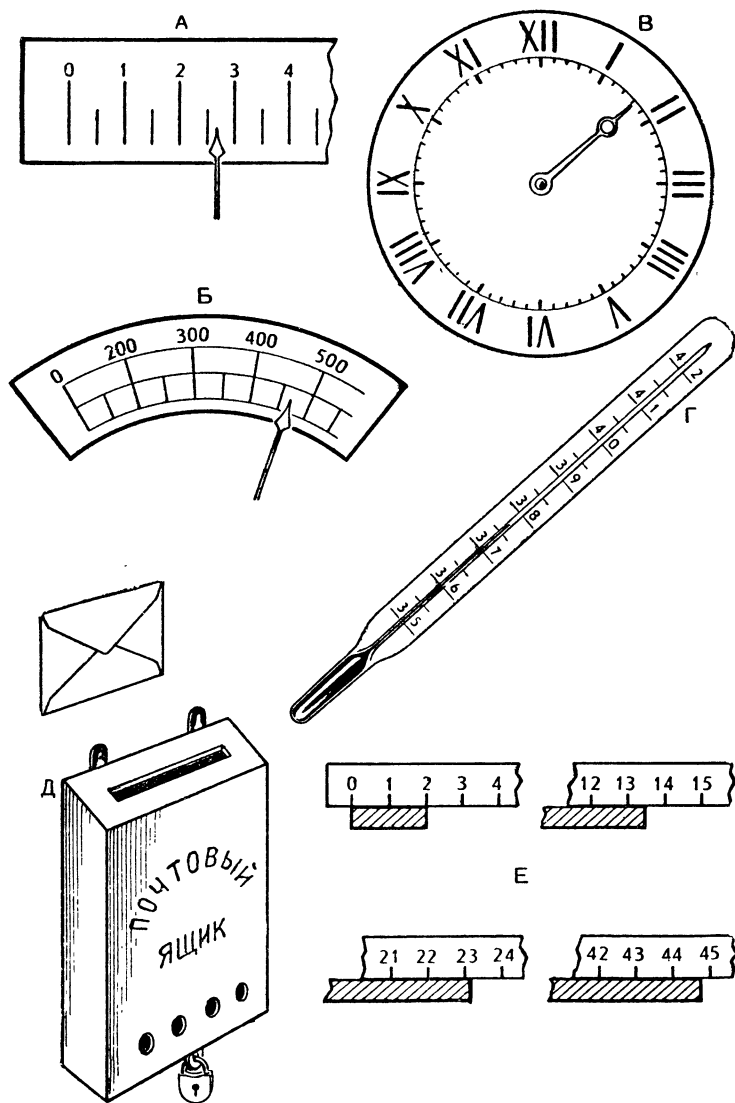


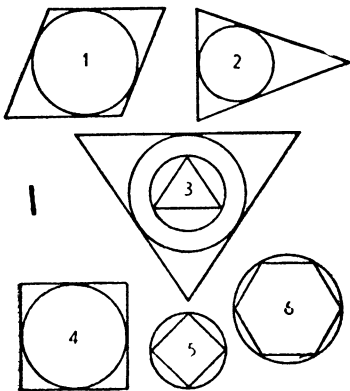
Рис. 8.

Разделить на глаз

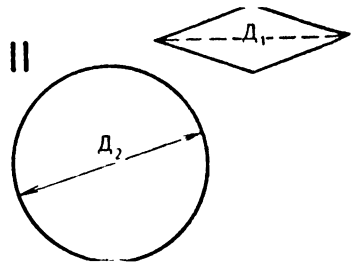
1) Начертить прямой угол и разделить его на глаз на 2 и на 3 равные части. Проверить деление транспортиром.

2) Начертить несколько кругов разного диаметра и разделить их на глаз на 2, на 4 и потом на 3 равные части. Проверить правильность деления можно, вырезая эти круги из бумаги и складывая их по нанесённым на глаз отметкам. Определите на рисунке 9:

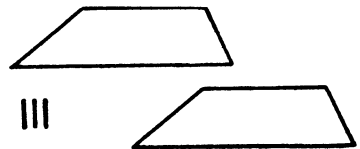
I. Какие окружности здесь имеют равные диаметры? Определите на глаз.



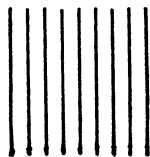
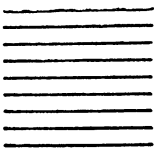
II. Равна ли диагональ ромба диаметру круга?



III. Равны ли эти трапеции между собой?



IV



IV. Равны ли между собой эти две заштрихованные площади?

Проверяйте себя измерениями !

Рис. 9.

ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИНЫ САМОДЕЛЬНЫМ МАСШТАБОМ

Довольно точно измерения можно произвести с помощью самодельных измерительных приборов, если эти приборы сделаны правильно и аккуратно.

1. Из плотной бумаги вырезать полоску длиной в 1 м. Разделив полоску на 10 равных частей, сложить полоску по размеченным частям. Подписать, как называется $\frac{1}{10}$ часть метра.

2. Из плотной бумаги или материи приготовить тесьму шириной в 1 см и длиной в 2,5—3 м; расчертить тесьму на сантиметры.

3. Начертить у себя в тетради или в записной книжке масштабную линейку длиной в 10—15 см. Сантиметры можно расчертить на миллиметры (рис. 10).

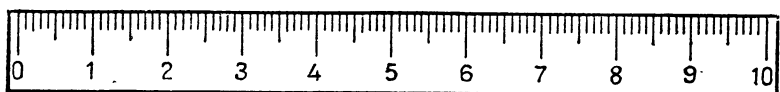


Рис. 10. Образец масштабной линейки.

Эта маленькая масштабная линейка поможет при измерении небольших длин.

4. Провести в тетради из клетчатой бумаги черточку длиной в 1 см. Обратит внимание, сколько клеточек умещается на черточке в 1 см.

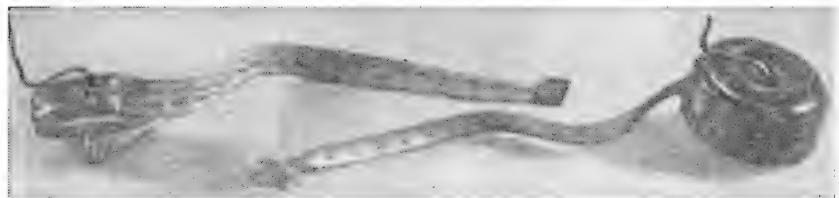


Рис. 11. Самодельные рулетки, сделанные учащимися VI класса.

При измерении различных длин большую помощь оказывает рулетка.

5. При помощи круглой коробки, пустой катушки из-под ниток, полоски материи, расчерченной на сантиметры, смастерите себе самодельную рулетку.

6. При помощи рулетки измерьте в метрах длину своей комнаты, длину своего стола, длину своего класса.



Какой смысл имеют эти сокращенные обозначения?

7. На дворе отмерить и забить колышками расстояние норм БГТО и ГТО в 60 м и 100 м.

8. Провести на земле черту. Установить на этой черте 10 учеников в линейку. Измерить длину линейки из 10 учеников. Подсчитать длину в метрах, какую займёт линейка, составленная из всех учеников вашего класса, из всех учеников школы?

Наблюдение за изменением своего роста

Интересно понаблюдать, как год от году меняется свой рост. Многие ребята делают пометки своего роста ежегодно в день своего рождения. Пометки надо делать в виде чёрточки карандашом на стене или на притолоке двери аккуратно, чтобы не грязнить. Против пометки можно поставить дату измерения и длину своего роста. Для измерения своего роста встаньте плотнее спиной к стене, положите горизонтально на голову карандаш и сделайте им отметку на стене. Интересно измерение роста провести утром и вечером. Сравнить эти измерения между собой.

(Утром рост человека на 1,8—2 см больше, чем вечером).

Задача

Рост каждого из лилипутов, по мнению Гулливера (см. книжку Дж. Свифта «Путешествие Гулливера»), не превышал 6 английских дюймов; ячмень на поле у великанов был высотой 40 футов, а средний шаг самого великана равнялся 6 ярдам. Для того чтобы представить себе эти размеры, переведите английские меры в метрические, считая:

1 дюйм = 25,4 мм; 1 фут = 12 дюймам; 1 ярд = 0,9 м.

Точность измерения

Абсолютно точно измерить что-либо нельзя. Для большей точности каждое измерение производят не один раз, а несколько.

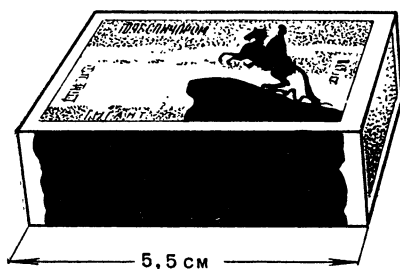
Окончательным результатом считают среднее арифметическое результатов произведённых измерений.

Так, например, при трёхкратном измерении длины карандаша можем получить:

I измерение		22,1 см
II измерение		22 см
III измерение		21,8 см



Две монеты указанной стоимости,
уложенные плотно одна к другой,
дают общую длину — 4 см.



Длина спичечной коробки
5,5—6 см

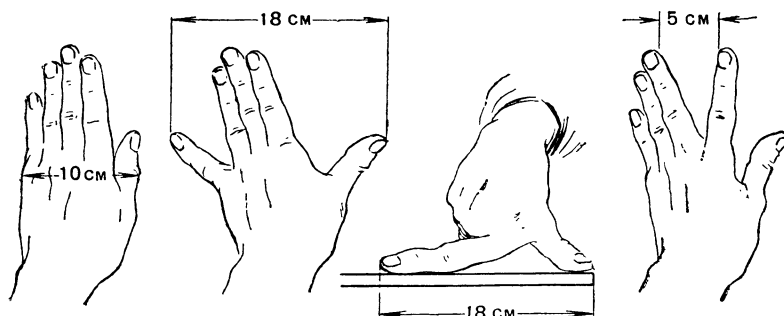
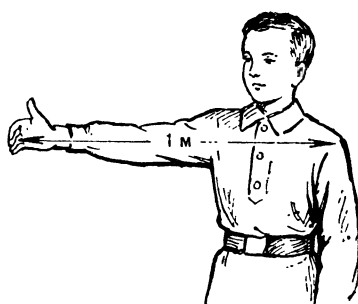


Рис. 12.

запомнить

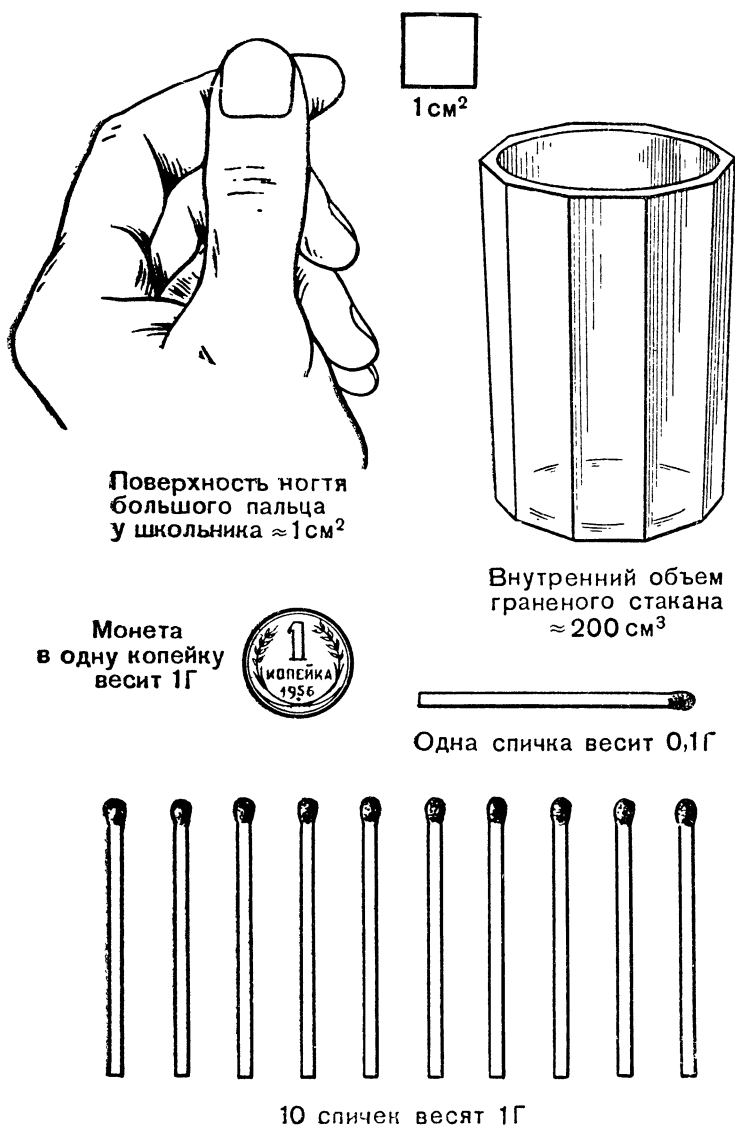


Рис. 13.

Которую же длину из найденных надо считать наиболее точной?

Находим среднее арифметическое трёх наших измерений:

$$\frac{22,1 + 22 + 21,8}{3} = \frac{65,9}{3} = 21,96 \text{ см} \approx 22,0 \text{ см}.$$

Полученное число и надо принять за наиболее точный результат измерения длины карандаша.

Точность измерения в большой степени зависит:

- 1) от расположения измерительной линейки (масштаба) по отношению к измеряемому телу и
- 2) от правильности в расположении нашего глаза при подсчёте делений.

Следующие рисунки показывают правильное и неправильное расположение линейки и нашего глаза при измерениях.

Положение масштаба:

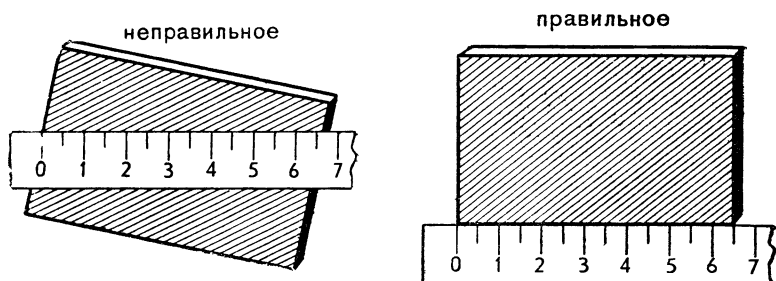


Рис. 14.

Часто мы имеем дело с телами, которые не могут быть совмещены с мерой длины. Например, как поточнее измерить длину куриного яйца, огурца, линзы? Возникает возможность большой ошибки при измерении таких тел. Необходимо правильно расположить глаз при отсчёте делений линейки при таких измерениях. На рисунках 15 и 16 показано, как при одних положениях глаза мы можем найти длину тела большую, чем она есть в действительности (положение I), при других положениях — меньшую. Наиболее точным получается измерение при условии, если мы держим наш глаз как раз против прямой (вертикальной) ли-

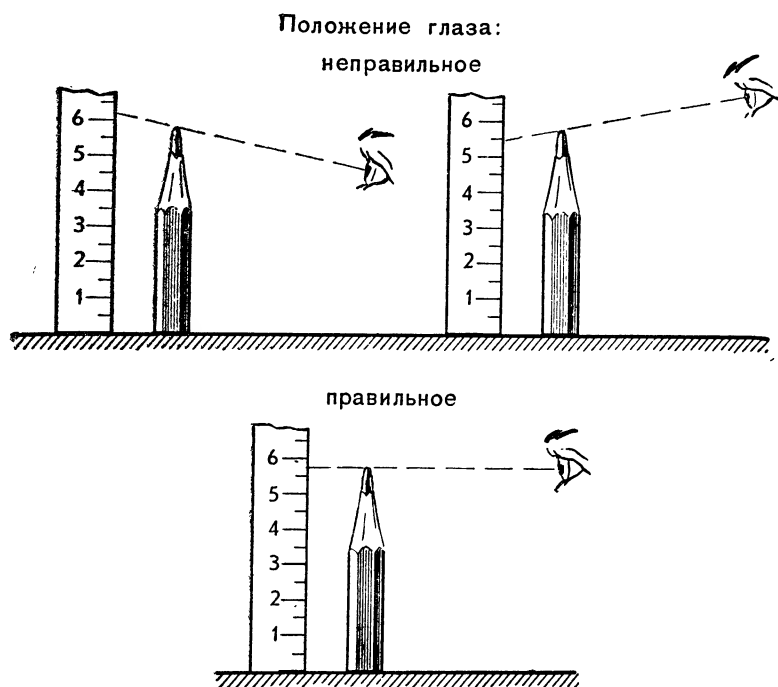


Рис. 15. Положение глаза относительно масштаба при измерении.

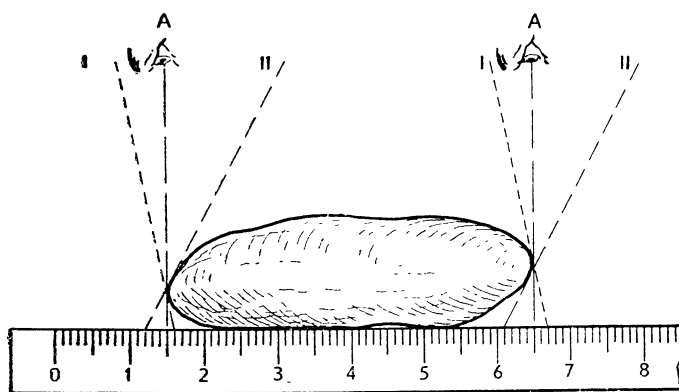


Рис. 16. Расположение глаз и шкалы при определении длины огурца (по I — $l_1 = 51$ мм, по II — $l_2 = 49$ мм; правильно $l = 50$ мм).

нии, проходящей через конец тела и соответственное деление линейки.

Все правильные приёмы отсчёта необходимо запомнить и только их применять в своей практике.

Проводя измерение в указанном выше порядке, определите с точностью до 0,5 мм длину стального пера, карандаша и пр.

Проверьте, с какой точностью вы произвели измерение длины своего роста, длины своего шага.

Измерение средней длины шага

При ходьбе каждый человек делает шаги неодинаковой длины. Поэтому можно принимать в расчёт только среднюю длину шага.

Определите среднюю длину своего шага.

Для этого от сделанной на земле метки отсчитайте любое число шагов (10—15). Заметьте, где кончится последний шаг. Измерьте в метрах длину всего пройденного расстояния и разделите её на число сделанных шагов. Полученное число и будет средней длиной шага.

Запомните, чему равен ваш средний шаг в метрах и сантиметрах.

Сколько вам надо сделать таких шагов, чтобы пройти целый километр?

Старинные практические правила

«Длина среднего шага взрослого человека равна половине расстояния его глаз от ступней».

«Человек проходит в час столько километров, сколько шагов делает он в 3 секунды».

Задача

14-кубовый шагающий экскаватор за одну минуту делает шаг длиной в два метра. Взрослый пешеход в среднем за одну секунду проходит 1,25 м. Какое расстояние могут пройти за час пешеход и «гигант — шагающий»?

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕЛ МАЛОЙ ТОЛЩИНЫ

Измерению тел малой толщины могут помочь несложные вычисления.

Измерение толщины листа книги

1) Отогнув переплёт книги, при помощи масштабной линейки измерить всю толщину книги без переплёта.

2) Подсчитать число листов в книге. Разделив измеренную толщину книги на число её листов, высчитать в долях миллиметра и микронах толщину одного листа.

3) Проведя измерение 3 раза, найти среднюю толщину отдельного листа книги.

Измерение толщины монеты

1) Собрать 6—10 десятикопеечных монет, подбирая их по меньшей изношенности (чтобы края не были стёрты).

2) Уложить монеты одна на другую в столбик.

3) Приложить к столбику ребром масштабную линейку и измерить с точностью до 0,5 мм высоту столбика из монет.

4) Разделив найденную высоту столбика на число сложенных монет, определите среднюю толщину одной монеты в миллиметрах.

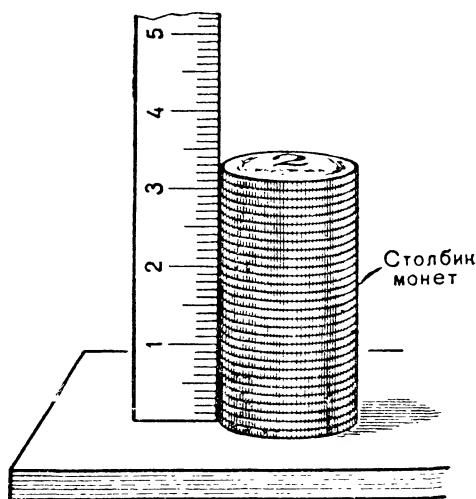


Рис. 17.

Измерение толщины нитки (а также толщины шнура, бечёвки, проволоки)

- 1) Взять отрезок нитки и круглую палочку.
- 2) Прижав левой рукой конец нитки к палочке, правой рукой намотать на палочку 20—30 витков нитки.
- 3) Следить, чтобы витки были прямы, плотны и не отходили один от другого.
- 4) Измерить по масштабной линейке длину обмотанной части палочки (рис. 18).

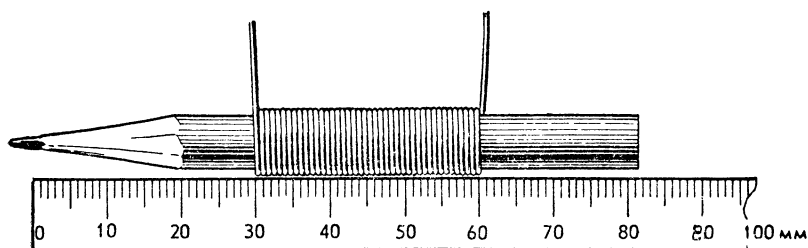


Рис. 18. Измерение диаметра нитки.

- 5) Полученную длину разделить на число витков. Найти толщину одного витка — толщину нити.
- 6) Прodelать эту работу несколько раз, беря каждый раз другое число витков.
- 7) Полученные результаты измерений удобнее внести в таблицу:

№ измерений	Длина обмотанной части	Число витков	Толщина нитки	Средний результат

ИЗМЕРЕНИЕ БОЛЬШИХ ДЛИН

Мерная лента

Для измерения большой длины при землемерных работах употребляют мерную ленту. Мерная лента представляет собой стальную полосу, разделённую на метры. Особые бляшки отмечают метры; общая длина — 10 метров. Концы мерной ленты обычно снабжены рукоятками.

Мерная лента может потребоваться при устройстве беговой спортивной дорожки, при устройстве футбольного поля, распланировке пришкольного участка и в домашнем хозяйстве (при работах в огороде, саду и т. п.).

Описываемая ниже самодельная мерная лента вполне может заменить настоящую. Способ её употребления таков же, как и при измерении настоящей лентой. Для того чтобы при измерении избежать излишнего растяжения, ленту лучше сделать из стальной проволоки длиной хотя бы в 10 метров. Проволоку разделить на метры и каждый метр отметить (припаять бляшки). По концам лента должна кончаться кольцами из той же проволоки, чтобы длина её от одного кольца до другого была равна 10 метрам.

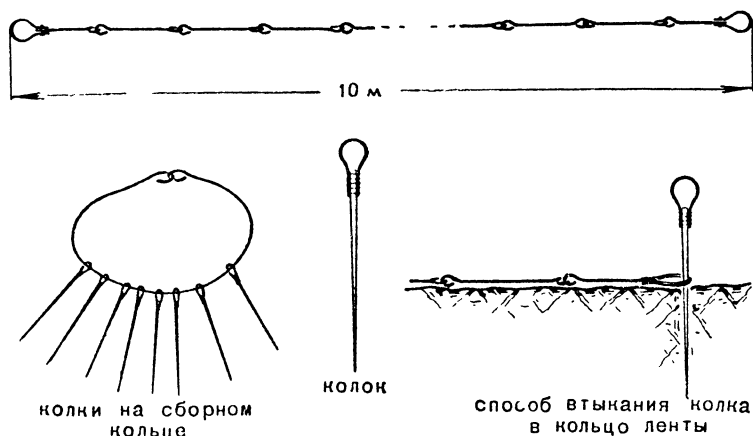


Рис. 19. Мерная цепь.

Кроме самой мерной ленты, надо заготовить 10 штук проволочных колков (как и у настоящей мерной ленты). Колки заост-

рять на одном конце, наверху загнуть петлёй. Все колки нанизать на сборное кольцо из проволоки (рис. 19). Измерение производить вдвоём.

1) В начальной точке измеряемой длины забить в землю деревянный кол.

2) Распустить ленту вдоль измеряемой линии, следя за тем, чтобы лента легла натянувшись и без петель.

3) Надеть заднее кольцо ленты на вбитый кол. Передний работник, растянув ленту, втыкает в своё кольцо ленты первый проволочный колок (рис. 19).

4) Оставив колок воткнутым в землю, оба работника снимают с кола и колка ленту и идут вдоль измеряемой линии.

5) Когда задний работник поравняется с воткнутым проволочным колком, он надевает на него заднее кольцо ленты.

6) Передний работник, натянув ленту, втыкает колок в переднее кольцо.

7) Задний работник, выдернув колок из заднего кольца ленты, командует переднему работнику идти дальше. Таким образом, у заднего в руках имеется один (первый) колок, что означает, что они прошли первые 10 метров.

В дальнейшем всё повторяется снова в том же порядке. У заднего работника накопится столько колков, сколько десятков метров (лент) они прошли.

Если измеряемая длина больше 100 метров, то задний передаёт все колки переднему и каждый раз такую передачу записывает.

Измерение длины кривой линии на плане или карте

Измерение кривой линии, например длины реки, длины железнодорожного пути, можно достаточно точно произвести по карте при помощи нитки.

Нитку для этого лучше брать катушечную № 10, белого цвета. На такой нитке будут хорошо видны все заметки, которые рекомендуется наносить в виде чернильных точек или чёрточек.

При измерении длины кривой линии надо уложить нитку по контуру кривой, направляя её ногтями (рис. 20). Отметить начала ногтей, а затем и чернилами точки, совпадающие с началом и концом длины измеряемой кривой.

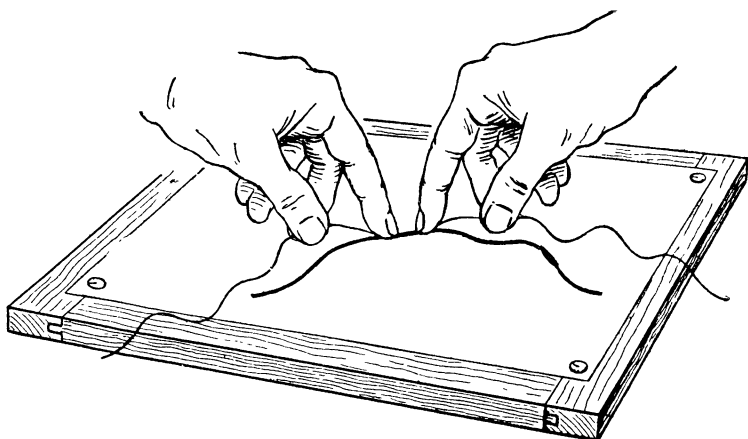


Рис. 20.

Длину полученного отрезка нити измерить масштабной линейкой.

Если измерения ведутся по географической карте или какому-нибудь плану, то, сообразуясь с указанным масштабом, можно вычислить истинное расстояние на местности.

Пользуясь приложенной схематической картой железнодорожного узла Подмосквья, при помощи нитки измерить длину электрифицированных путей (рис. 22).

Измерения провести несколько раз, стараясь укладывать нитку потщательнее.

По масштабу, указанному на карте, вычислить длину путей в километрах.

Самодельный курвиметр

Для измерения длины кривых линий на чертежах служит особый прибор «курвиметр», что по-русски значит «измеритель кривых».

Курвиметр состоит обычно из колёсика, рифлённого по своей окружности (чтобы не-скользил) и прикреплённого на неподвижной оси к рукоятке (рис. 21).

Колёсико может свободно вращаться на оси. В одном месте своей окружности колесо имеет заметку, по которой удобно считать число оборотов колеса при его движении.

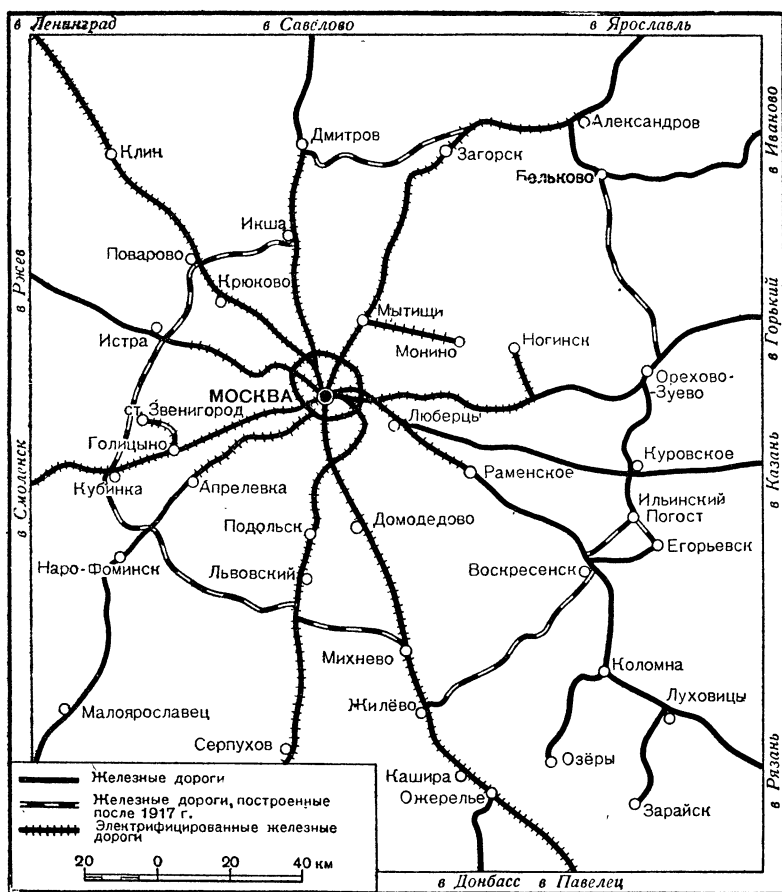


Рис. 22. Кольцо железных дорог Подмосковья. В годы Великой Отечественной войны было закончено строительство большого железнодорожного кольца в Подмосковье, соединившего радиальные линии, подходящие к Москве. Теперь железнодорожные составы могут переходить с одной магистрали на другую, минуя загруженный Московский железнодорожный узел. Поперечными черточками отмечены электрифицированные участки дорог.

Самому сделать курвиметр нетрудно. Для этого можно использовать детали конструктора или новую монету стоимостью в одну или десять копеек. Монету надо брать нестёртую, чтобы по её окружности была резкая и чёткая накатка (ребристость).

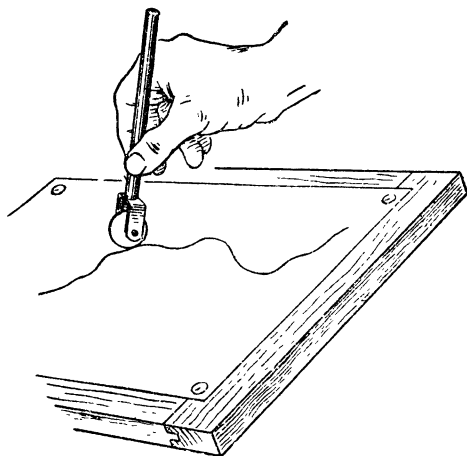


Рис. 21. Самодельный курвиметр.

Измерение кривой при помощи монеты можно вести, не укрепляя последнюю на рукоятку и ось.

На ободке монеты сделать метку и сначала прокатить монету вдоль начерченной прямой. Отметить на этой прямой точки двух последовательных соприкосновений метки.

Расстояние между этими точками на прямой даст длину окружности монеты.

Затем, катя монету по кривой, длину которой надо измерить, нужно только считать число оборотов монеты при её движении. При вычислении длины кривой число оборотов монеты надо помножить на длину её окружности и определить истинное значение длины по масштабу карты или плана.

О масштабе

Ни в какой книге, ни на какой картинке невозможно изобразить предмет в его действительных размерах, если эти размеры велики. Так невозможно в действительную высоту изобразить высотный дом, каких много построили в Москве, истинную ширину улицы, реки, высоту дерева и т. п.

Обычно в книгах, на картах, чертежах предметы изображаются в масштабе. Так, например, чёрточка в один сантиметр может заменить длину в один метр. Тогда говорят, что длина здесь взята в масштабе один метр в одном сантиметре. Стоит только изображённую длину измерить в сантиметрах, а число сантиметров заменить тем же числом метров, истинная длина изображённого предмета станет известной. Масштабы широко используются при

составлении планов местности, вычерчивании географических карт, составлении технических чертежей.

Масштабы бывают «числовые» и «линейные». Числовой масштаб изображают в виде отношения чисел, например $1 : 300$, или в виде дроби $\frac{1}{300}$. Надо понимать, что при этом масштабе каждая изображённая на чертеже единица измерения в 300 раз меньше действительной длины.

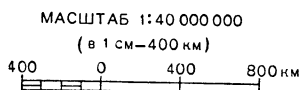


Рис. 23. Масштаб.

Линейный масштаб изображают в виде линейочки, разделённой на части определённой длины (рис. 23). Такой масштаб, например, можно увидеть на любой географической карте. Каждый сантиметр изображённой длины в этом случае заменяет длину в 400 километров. Разбираться в напечатанных масштабах должен уметь каждый культурный человек.

Ниже даётся несколько задач на применение масштабов.

Попробуйте их решить!

Задачи

1. Барабанщик, увлёкшись, отошёл от своего отряда вперёд. Принимая масштаб 1 м в 1 см , определить, сколько метров отделил барабанщика от отряда (рис. 24).



Рис. 24.

2. На рисунке 25 изображён мальчик, поймавший щуку. Определить истинные размеры пойманной рыбы, если изображение её дано в $\frac{1}{10}$ настоящей длины.



Рис. 25.

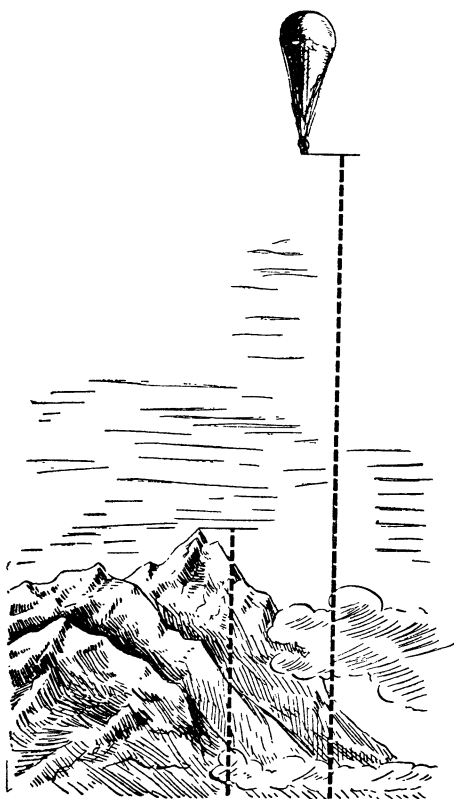


Рис. 26.

3. Предельная высота дождевого облака 2 км. Высочайшая в СССР горная вершина — пик Сталина — имеет высоту $7\frac{1}{2}$ км. Изобразите то и другое на рисунке в масштабе $1\text{ см} = \frac{1}{2}\text{ км}$.

4. Высочайшая вершина на земле — Чомолунгма имеет высоту около 9 тысяч метров. Зная это, определите масштаб приложенного здесь рисунка, а также по найденному масштабу определите, какой высоты удалось достичь человеку на стратостате (рис. 26)

5. При увеличении в 650 раз бактерия туберкулёза имеет длину 5,2 мм. Определите истинные размеры этой бактерии.

Что такое площадь сечения?

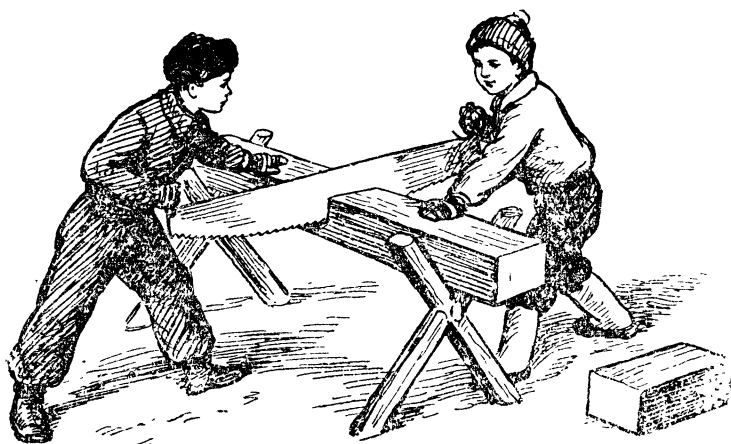


Рис. 27.

При распиливании бруска его сечение получается прямоугольной формы.

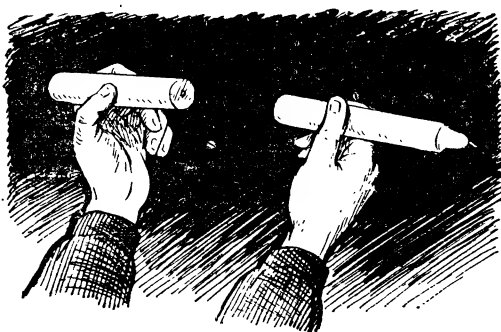


Рис. 28.

Площадь перпендикулярного сечения свечи есть круг, наклонного — эллипс.

Сечение шара

Площадь сечения шара есть круг.

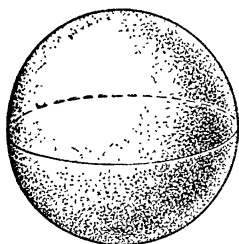


Рис. 29.

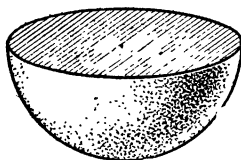


Рис. 30.

Если наклонить стакан с водой, то граница поверхности воды даст эллипс; наклонное плоское сечение круглого цилиндра является эллипсом (сравнить со случаем сечения свечи).

Измерение площади

1. Сшив две газеты, вырезать из них квадрат, каждая сторона которого равнялась бы 1 метру. Площадь такого квадрата равна 1 квадратному метру.

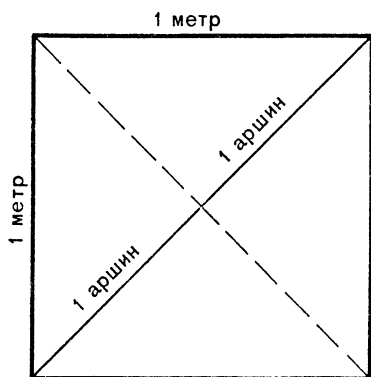
2. Если вырезанный из газеты квадратный метр перегнуть по диагонали и длину последней разделить пополам, то получим длину 1 аршина — старинной русской меры длины. Измерьте, скольким сантиметрам равен 1 аршин.

3. Имея в руках сложенный по диагонали квадратный метр, сложить его ещё раз вдвое (рис. 31). Сообразить теперь, чему будет равна диагональ квадрата, стороны которого равны 1 аршину.

4. Пользуясь масштабной линейкой, нарисуйте 1 квадратный дециметр и разделите его на квадратные сантиметры. Сколько квадратных сантиметров укладывается в 1 квадратном дециметре?

Площади прямоугольников определяются путём умножения их длины на ширину.

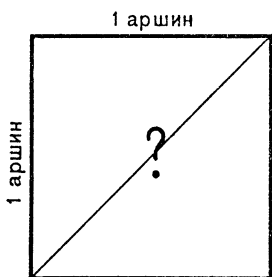
Площадь = длина $\times$ ширину.



Площадь квадрата со сторонами по 1 метру

$$1 \text{ м}^2 = 10 \times 10 = 100 \text{ дм}^2$$

Диагональ квадрата $\approx 1,5 \text{ м}$



Площадь поперечного сечения спички $\approx \frac{1}{16} \text{ см}^2$

Рис. 31.

Пользуясь этим правилом, можно подсчитать в квадратных сантиметрах: площадь страницы в своей тетради (она равна...), площадь почтовой открытки (она равна...), площадь обычной почтовой марки в 40 коп., площадь земельного участка прямоугольной формы, площадь пола комнаты и т. п.

Интересно измерить в квадратных сантиметрах площадь, не имеющую геометрически правильной формы, например площадь, на которую вы опираетесь, стоя в ботинках на полу.

Для этого надо взять лист бумаги из тетради в клетку, поставить на него свой ботинок. Обвести карандашом края подметки и каблука. Сняв ботинок с бумаги, по клеткам подсчитать число квадратных сантиметров в площади подошвы и каблука.

Записать, чему равна площадь, на которую опираешься, стоя в ботинках на одной ноге, на двух ногах.

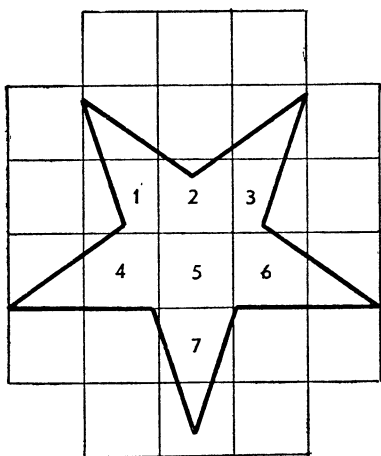


Рис. 32.

Пользуясь клетчатой бумагой, можно подсчитать любую площадь: листа растения, звезды, полумесяца и пр.

Квадратные сантиметры, входящие в площадь очерченной фигуры, лучше заштриховать, считая за целые квадратные сантиметры те, у которых заштриховано не меньше половины площади (на рисунке 32 они пронумерованы). Следует отбрасывать и не включать в счёт квадратные сантиметры, у которых заштриховано меньше половины площади.

Измерить площадь сечения спички

Выбрав спичку с концом правильного квадратного сечения (не обломанном), обмакните её слегка в чернила и, надавив ею на бумагу, получите на тетради отпечаток сечения спички (приноровить так отпечаток, чтобы он попал в уголки клетки (рис. 31).

Зная, что площадь четырёх клеток тетради составляет 1 квадратный сантиметр, определить на глаз, какую долю 1 квадратного сантиметра заняла площадь отпечатка спички.

Длина окружности, диаметр и площадь круга

1. Длину окружности какого-либо круглого предмета можно измерить сантиметровой лентой, обернув её по краю предмета.

2. Поставив круглую коробку на лист бумаги, очертить её карандашом. Вырезать ножницами очерченный на бумаге круг и сложить вырезанный круг вдвое, уравнивая края.

3. Распрямив круг, провести по сгибу карандашом прямую черту. Это будет диаметр круга и, следовательно, диаметр коробки.

4. Измерьте масштабной линейкой диаметр, полученный на бумаге, и непосредственно на коробке. Выразите его длину в сантиметрах.

5. Таким же способом измерьте длину окружности и диаметр дна какой-нибудь круглой бутылки; длину окружности и диаметр дна стакана (не гранёного) и т. п.

6. Если во всех проделанных измерениях разделить число, выражающее длину окружности, на число, выражающее длину диаметра, то получим:

Измеряемое тело	Длина окружности в см	Диаметр в см	Отношение длины окружности к длине диаметра (с точностью до 0,01)
1. Круглая коробка 2. Дно бутылки 3. Дно стакана			

Число, показывающее отношение длины окружности к её диаметру, обозначается греческой буквой π («пи»). С точностью до 0,01 принимают, что $\pi = 3,14$.

7. Зная, что диаметр равен двум радиусам, и зная, что $\pi = 3,14$, можно вычислить площадь любого круга, если π умножить на квадрат радиуса этого круга, т. е. площадь круга равна $\pi \cdot r^2$ (r —радиус).

8. Подсчитать площадь дна стакана или дна бутылки в квадратных сантиметрах по клетчатой бумаге.

Подсчитать по формуле площадь дна этих же тел и сравнить, каким способом площадь круга можно определить скорее.

Дорожка из монет

Измерить в миллиметрах диаметры монет в 1 коп., 2 коп., 3 коп. и 5 коп. Подсчитать, сколько бронзовых монет различной стоимости можно уложить в ряд по длине 1 метра.

Измерение диаметра шара

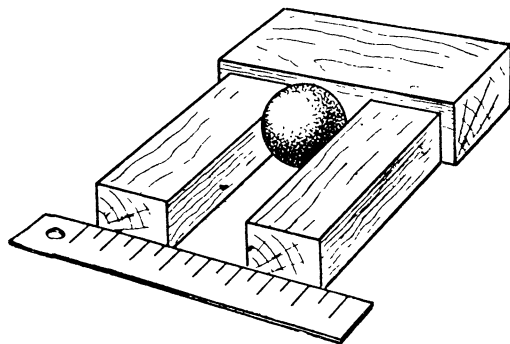


Рис. 33.

Три деревянных бруска правильной прямоугольной формы (прямоугольные параллелепипеды шириной несколько больше радиуса шара) уложить, как указано на рисунке. Между двумя передними брусками поместить шар (например, крокетный). Сдвигать бруски до соприкосновения с шаром. Масштабной линейкой измерить расстояние между гранями передних брусков. Это и будет искомый диаметр шара.

Задача о бегунах

1. Спортсмен *А* бежит по дорожке, образующей окружность. Спортсмен *Б* бежит с той же скоростью по диаметру этой же окружности. Сколько раз спортсмен *Б* пробежит взад — вперёд по своей дорожке, пока спортсмен *А* обежит свою дорожку один раз?

2. Спортсмен *А* бежит по дорожке, образующей две окружности, имеющие точку касания. Спортсмен *Б* бежит с той же скоростью, как и его товарищ, но бежит взад — вперёд по прямой дорожке, равной двум диаметрам. Сколько раз спортсмен *Б* пробежит взад — вперёд по своей дорожке, пока спортсмен *А* обежит обе окружности?

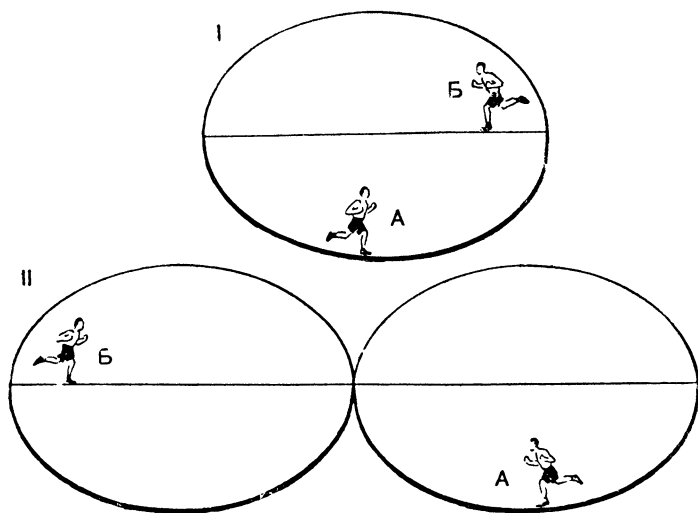


Рис. 34.

Первый вариант этой задачи интересно проверить и на практике. Для этого в парке, в поле или на площадке для игр разбить дорожку по окружности и пересечь её дорожкой — диаметром.



Рис. 35.

Задача о часах

Длина минутной стрелки часов Спасской башни Московского Кремля — 3,55 метра. Подсчитать:

- 1) Какой диаметр должен быть у циферблата этих часов?
- 2) Какова площадь циферблата этих часов?
- 3) Какой путь проходит конец минутной стрелки этих часов за сутки?

Вычерчивание окружности на земле

При окапывании яблонь, разбивке клумб правильно очерченные и вскопанные круги производят более приятное впечатление, чем фигуры неправильной формы. Контуры круглой клумбы на-

метить совсем нетрудно. Для этого надо вбить в землю кол, к которому петлёй привязывают шнур, по длине равный длине радиуса вычерчиваемой окружности. На свободном конце шнура сделать петлю, в неё вставить заострённую палку. Натянуть шнур и, ведя остриём палки по земле, вычерчивать правильную окружность (рис. 36).



Рис. 36.

Проведя две полуокружности разного радиуса, можно получить на земле форму полумесяца, которую тоже хорошо использовать для разбивки цветочной клумбы. Если же прочерченную на земле окружность представить как своеобразный часовой циферблат и на месте каждого часа посадить цветы, распускающиеся в соответствующее время дня, то можно получить очень интересные цветочные часы.

Задачи

1. Поверхность тела взрослого человека в среднем принимается равной 1,36 кв. м. Выразить эту поверхность в квадратных сантиметрах.

2. Из расплавленного кварца можно вытянуть очень тонкие нити. 500 таких кварцевых нитей, сложенных пучком, имеют общую площадь сечения, равную сечению одной спички. Вычислить, чему равна площадь сечения одной кварцевой нити.

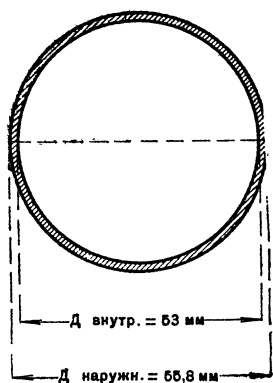


Рис. 37. Поперечный разрез трубы.

3. На рисунке дано сечение водопроводной трубы. Указаны размеры внутреннего и внешнего диаметров. Найти толщину стенок этой трубы.

В технике широко применяются трубы самой разнообразной длины и диаметров. Особое значение имеет толщина стенок труб, поскольку от неё зависит прочность труб.

4. Какой длины надо взять железную полосу, чтобы из неё приготовить шину для обтяжки колеса телеги диаметром 0,71 м. На соединение концов шины обычно добавляют ещё 5 см полосы.

5. Начертить квадрат площадью в 1 м^2 в линейном масштабе $1 \text{ м} = 1 \text{ дм}$.

ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЁМА ТЕЛ

1. По прилагаемой выкройке вырезать и склеить из плотной бумаги (рис. 38) два кубика: один объёмом в 1 куб. дециметр, другой — в 1 куб. сантиметр. Запомнить, сколько кубических сантиметров составляет 1 куб. дециметр.

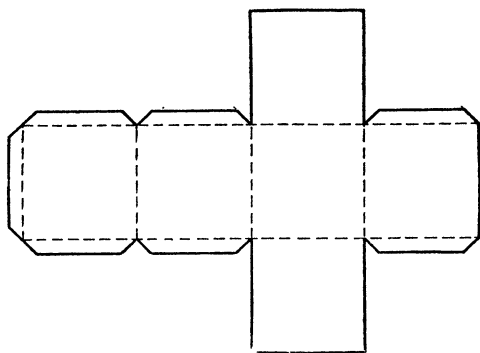


Рис. 38. Развёртка полной поверхности куба.

Из двенадцати палочек, длиной каждая в 1 метр, скрепить куб объёмом в 1 куб. метр.

2. Измерить в кубических метрах объём класса или своей жилой комнаты. Определить в кубических сантиметрах объём правильного целого кирпича; внешний объём спичечной коробки.

Зарисовать и записать результаты измерений.

3. Из посуды домашнего обихода подобрать себе мерную посуду, т. е. посуду, имеющую определённый объём. Чему равна её ёмкость?

4. Проверить на опыте, сколько стаканов воды можно влить в литровую банку.

5. Вычислить, скольким кубическим сантиметрам равна ёмкость стакана.

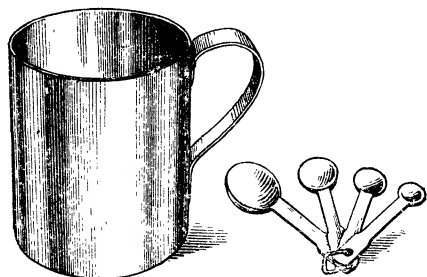


Рис. 39. Литровая кружка и порционные ложки.

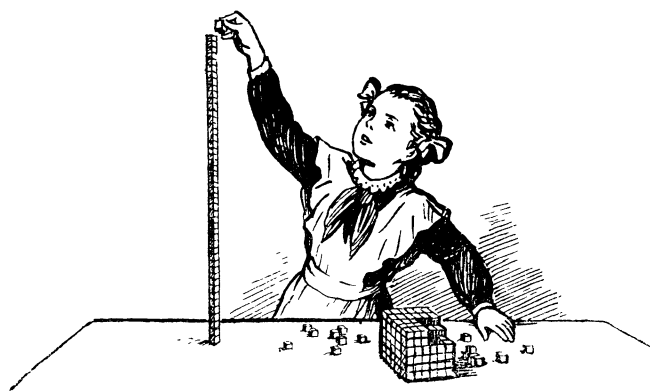


Рис. 40.

Сколько малых кубиков объёмом в 1 куб. сантиметр надо поставить один на другой, чтобы получить столбик высотой в 1 метр, в 10 метров (рис. 40)?

6. Врачи часто прописывают принимать лекарства по одной столовой ложке или каплями. При помощи мензурки проверить объём жидкости, налитой вровень с краями в столовую ложку, и вычислить объём одной капли.

Капли приблизительно равного объёма можно получить следующим образом: надломив пополам спичку, положить её одним концом в горлышко пузырька с водой. Другая половина спички

должна быть перпендикулярна к первой и отвесно свисать с горлышка пузырька. По отвесно расположенной половинке спички жидкость будет сбегать каплями одинакового объёма.

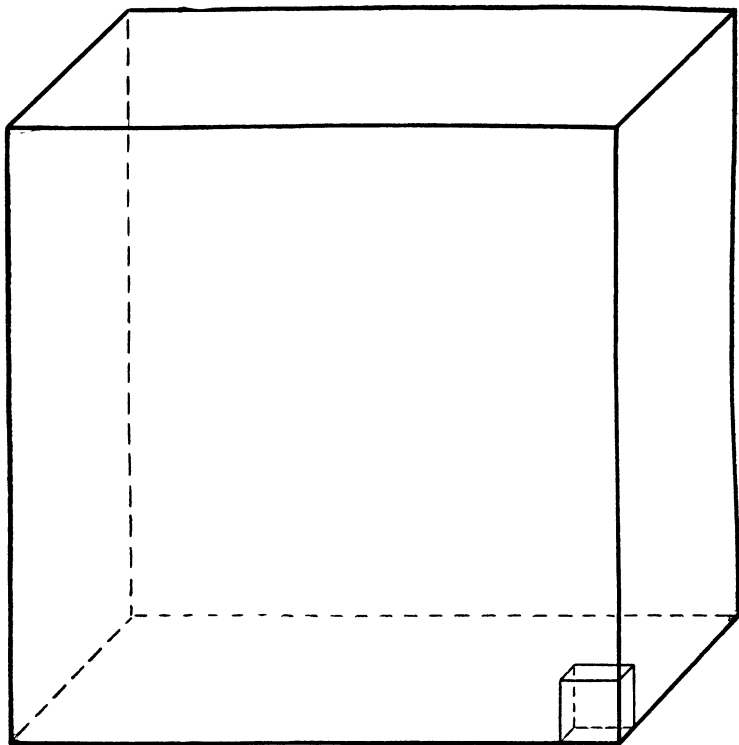


Рис. 41.

7. На рисунке 41 изображён в $\frac{4}{5}$ от натуральной величины 1 куб. дециметр и в нём кубик объёмом в 1 куб. сантиметр.

Во сколько раз объём малого кубика меньше объёма кубика большего?

Вопросы-шутки

1. Ложку воды объёмом в 3 куб. сантиметра вылили в ведро. Какой объём будет иметь ложка воды в ведре?

2. В цилиндрическую мензурку налито 50 куб. сантиметров воды. Какой объём займёт эта вода в конической мензурке?

Самодельная мензурка

Из пробирки сделать самодельную мензурку. Для делений на наружной поверхности пробирки наклеить узкую полоску бумаги. Деления наносить на бумагу в соответствии с объёмом, отсчитываемым по готовой фабричной мензурке, или отмеривая каждый раз объём воды кубиком, склеенным из непромокаемой бумаги.

Мензурку можно приготовить и из обыкновенного цилиндрического чайного стакана. Если нанести деления на нём, разделив всю высоту его на 20 или 10 равных частей, то каждое деление в I случае будет соответствовать объёму в 10 куб. сантиметров, во II случае — объёму в 20 куб. сантиметров.

Правила пользования мензуркой

1. Приступая к измерению, оцените деление мензурки.

2. Мензурку в руках не держать.

3. Измеряя объём налитой в мензурку жидкости, расположите глаз на одной прямой с уровнем жидкости.

4. Отсчёт делений мензурки вести по нижнему краю тёмного кольца, видимому на поверхности жидкости.

При изготовлении мензурки вместо определённых объёмов воды можно брать объёмы очень мелкого просеянного чистого песка.

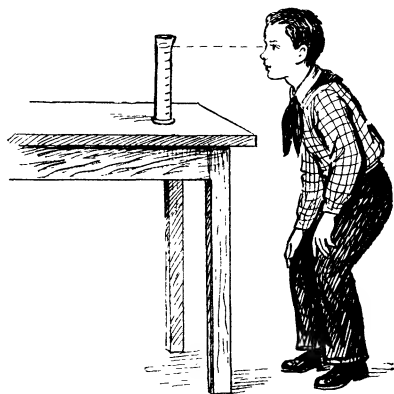


Рис. 42. Правильное положение при определении уровня жидкости в мензурке.

Объём дробинки

Объём дробинки, зерна (ржи, пшеницы) или семян гороха, фасоли можно измерить при помощи мензурки.

Для этого необходимо:

- 1) влить в мензурку воды, например, 20—30 куб. сантиметров;
- 2) отобрать чистых дробин 10—50 штук, в зависимости от величины: мелкой дробы (бекасинника) — больше, крупной — меньше;

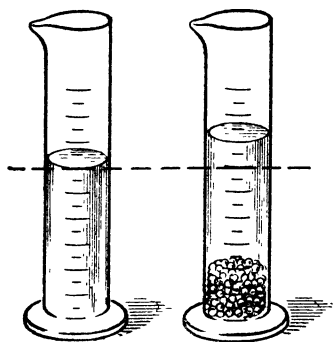


Рис. 43.

3) опустить дробинки в мензурку так, чтобы они погрузились в воду; поднявшийся уровень воды укажет, какой общий объём пришёлся на всю всыпанную дробь;

4) отметить, на сколько делений поднялся уровень воды в мензурке, когда всыпали дробь; найти объём дробы.

5) разделить общий объём дробы на число погружённых дробин; это число в кубических сантиметрах укажет объём одной дробинки.

Сколько воды в бочке?

Двое заспорили о том, сколько воды содержится в бочке.

Один говорил, что воды в бочке более чем на половину, другой утверждал, что воды в бочке меньше половины.



Рис. 44.

Как решить, кто из них прав, не употребляя при измерении объёма воды в бочке ни палки, ни верёвки, ни вообще какого-либо приспособления?

Измерение объёма бочки

Вместимость бочки обычно выражают числом вёдер, необходимых для её наполнения. Так, например, говорят «сорокаведёрная бочка» или «бочка десятиведёрная».

Чтобы определить, сколько вёдер воды (или другой жидкости) вмещает бочка, нет надобности наполнять водой всю бочку целиком. Можно наклонить бочку и наливать воды до тех пор, пока она расположится в бочке так, как показано на рисунке 45.

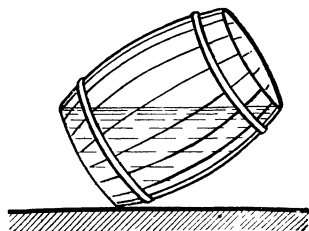


Рис. 45.

Объём налитой жидкости займёт ровно половину объёма бочки. Зная, что стандартное ведро вмещает 10 литров, можно определить объём бочки в литрах.

Проверьте всё это на опыте.

Проверьте на опыте, можно ли таким же способом отмерить литровой кружкой, если она имеет правильную цилиндрическую форму, точно пол-литра какой-либо жидкости?

Можно ли таким же способом отмерить точно полстакана жидкости?

Измерение объёма ведра

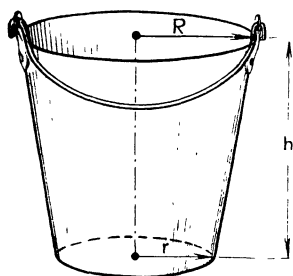


Рис. 46. Ведро (цибарка).

Подыскав ведро правильной цилиндрической формы, определите объём его в литрах двумя способами: 1) измерением размеров ведра и вычислением его объёма, 2) путём наполнения ведра водой при помощи литровой банки или литровой бутылки.

Сравните между собой полученные результаты. Укажите причины неточности.

Если ведро имеет коническую форму (цибарка), как указано на рисунке 46, то объём его определяется сложнее.

Для этого надо измерить:

- 1) диаметр верхнего отверстия ведра и диаметр дна,
- 2) по найденным диаметрам вычисляют радиусы,
- 3) вычисляют площадь верхнего отверстия ведра и площадь его дна,
- 4) находят среднее арифметическое этих площадей (полусумму площадей),
- 5) измеряют высоту ведра,
- 6) помножив среднюю площадь сечения ведра (найденную по п. 4) на высоту его (h), получают, приближённый объём ведра, отличающийся от истинного объёма на очень незначительную величину.

Хитрое измерение

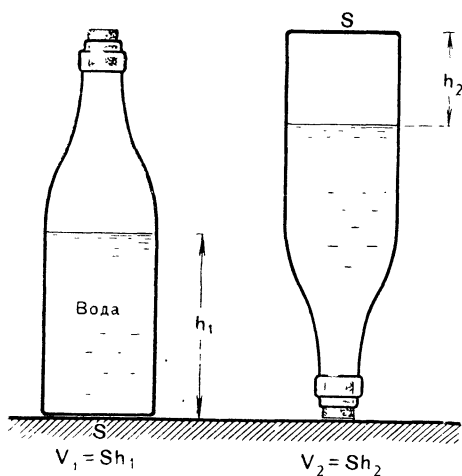


Рис. 47.

Догадка всегда выручает! Вот получили вы бутылку, частью наполненную жидкостью. Можно ли, не доливая и не отливая жидкость, определить, какого объёма жидкости не хватает в бутылке до полного её заполнения?

Решить это нетрудно! Надо закупорить бутылку и перевернуть её вниз горлышком. Жидкость в бутылке расположится внизу, а сверху, над ней, будет свободное пространство, объём которого необходимо вычислить.

Надо определить площадь дна бутылки и высоту свободного пространства над налитой жидкостью. Если площадь дна S , высота свободного пространства h_2 , то объём недостающей жидкости

$$V_2 = Sh_2.$$

Для большей точности вычислений бутылка должна быть с прямыми цилиндрическими стенками, иметь тонкие стенки и ровное дно в форме круга.

Измерение объёма тел круглой цилиндрической формы

В жизни нам очень часто приходится иметь дело с телами, имеющими форму цилиндра. Таковы, например, ручки лопат, граблей, различные трубы, валы машин, круглый карандаш, ровное полено-кругляк и т. п. Научиться измерять объём цилиндра весьма полезно.

Если площадь сечения цилиндра (площадь круга) умножить на высоту его (часто в жизни называемой длиной, например длина вала, длина палки и т. п.), то получим объём цилиндра.

Объём цилиндра = площадь сечения $\times$ высота.

Например:

Диаметр круглого пенала = 3 см.

Следовательно, площадь сечения пенала = $3,14 \cdot 9 \text{ см}^2$.

Длина пенала (высота) = 20 см.

Отсюда объём пенала = $3,14 \cdot 9 \cdot 20 = 565,2 \text{ см}^3$.

Произведя соответствующие измерения диаметров: а) круглого карандаша, б) круглого полена, в) круглой коробки из-под кофе, г) рюхи (городка); зная их длину, вычислить объём этих цилиндрических тел.

Задача-рисунок

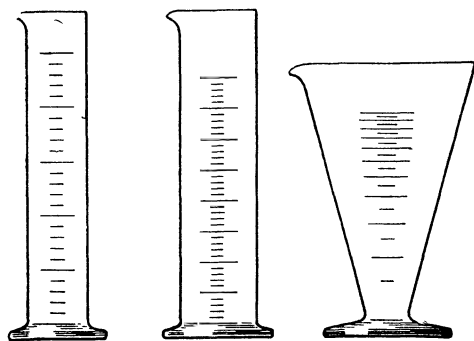


Рис. 48. Которой из этих трёх мензурок можно отмерить объём жидкости точнее? Почему?

Как измерить объём кучи земли, песку

Шагающий экскаватор, землекоп-гигант, применяемый у нас на стройках, зачерпывает своим ковшом 14 куб. метров земляного грунта. Сложенная в кучу эта земля по высоте превышает высоту роста среднего человека и в среднем весит более 25 тонн.



Рис. 49. Ковш шагающего экскаватора, землекопа-гиганта.

В жизни, при земляных работах, на стройках очень полезно бывает определить объём кучи сыпучего тела, земли, песку, щебня и пр. Это возможно сделать следующим образом.

Прежде всего при помощи двух деревянных планок, закреплённых одна около другой под прямым углом, измеряют высоту

кучи (рис. 50). Рулеткой или верёвкой обводят вокруг основания кучи, определяя длину основания. Из длины этой окружности находят её радиус. Объём кучи вычисляют по формуле объёма конуса.

Например, пусть по обмеру длина окружности кучи оказалась равной 6,28 м. Радиус этой окружности

$$r = \frac{6,28}{2\pi} = 1 \text{ м.}$$

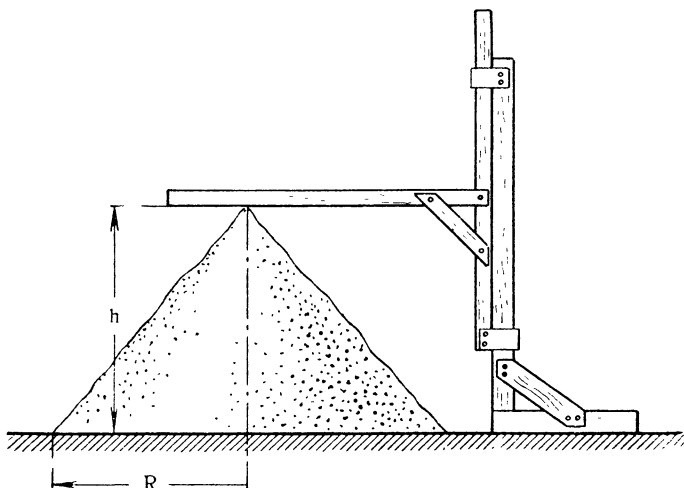


Рис. 50.

Песок, земля сыпаются обычно в кучу так, что угол ската приблизительно равен 45° . Тогда из прямоугольного равнобедренного треугольника устанавливаем, что $h=r=1 \text{ м.}$

Вычисляем объём кучи по формуле объёма конуса:

$$v = \frac{\pi r^2 h}{3},$$

т. е.

$$v = \frac{3,14 \cdot 1^2 \cdot 1}{3} = 1,05 \text{ м}^3$$

(для нашего примера).

СИЛА ТЯЖЕСТИ — ВЕС ТЕЛА

Все тела притягиваются к центру Земли. Силу земного притяжения называют силой тяжести, или весом тела.

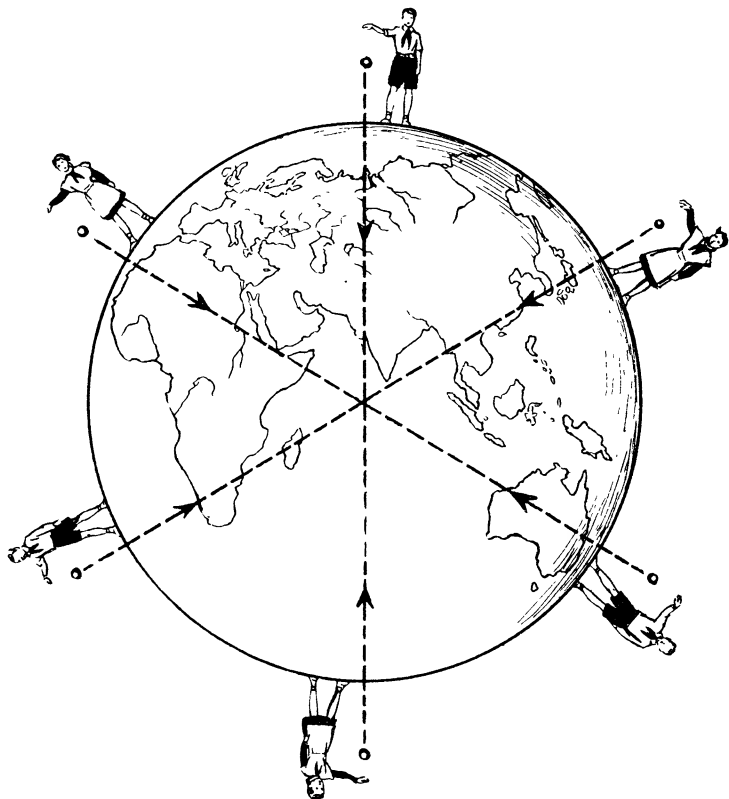


Рис. 51. Направление силы тяжести.

Как бы высоко вверх или далеко в сторону мы ни бросили тело, под действием силы земного притяжения оно обязательно упадёт на Землю. Скорость падающего тела увеличивается за каждую секунду его падения и может достигнуть очень большой величины (см. приложенную таблицу). Имея большую скорость, падающее тело при достижении Земли испытывает сильный удар и может разбиться. Однако воздух, в котором совершается падение тела, оказывает сопротивление падающему телу и уменьшает скорость его падения.

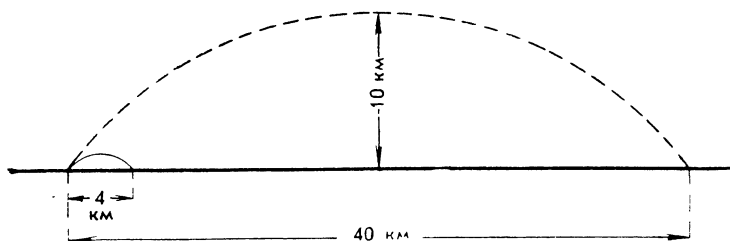


Рис. 52. Дальность полёта пули.

Воздух оказывает большое сопротивление летящей пуле. Большая дуга — это путь пули без сопротивления воздуха — 40 км. Малая дуга — действительный путь пули в воздухе — 4 км.

Таблица скорости и пути, пройденного телом
в зависимости от времени его падения

Время в сек.	Скорость в $\frac{м}{сек}$	Пройденный телом путь в м (высота падения)	Время в сек.	Скорость в $\frac{м}{сек}$	Пройденный телом путь в м (высота падения)
1	10*	5*	6	60	180
2	20	20	7	70	225
3	30	45	8	80	320
4	40	80	9	90	405
5	50	125	10	100	500

Следовательно, если тело падает на землю в течение 10 сек., то падает оно с высоты 500 м и, достигая поверхности земли, имеет скорость 100 м в сек., или 360 км в час.

Пользуясь этой таблицей, можно по времени падения тела определить высоту, с которой падает тело. Можно, например, бросая камень в глубокий колодец и замечая время с начала падения до момента достижения камнем поверхности воды (звук всплеска воды), приближённо определить, на какой глубине находится вода в данном колодце.

* Точнее: скорость не $10 \frac{м}{сек}$, а $9,8 \frac{м}{сек}$; путь не 5 м, а 4,9 м. Величины, приведённые в таблице, даются приближённо.

Если учесть время в секундах от начала броска мяча вверх и до момента падения его обратно до уровня вашего роста, то по таблице можно определить, на какую высоту вам удалось подбросить мяч. При этом отсчитанное время в секундах надо разделить на два, так как на подъём тела на данную высоту уходит столько же секунд, сколько и на обратный спуск тела.

Конечно, все расчёты, сделанные по этой таблице, будут только приближёнными, потому что сопротивление воздуха, которое встречает падающее или подброшенное вами тело, здесь в расчёт не принималось.

Если освободить падающее тело от сопротивления воздуха, то *лёгкое и тяжёлое тела под действием силы тяжести падают с одинаковой скоростью.*

Чтобы убедиться в этом, можно проделать следующий простой опыт.

Вырезать из бумаги кружок одинакового размера с какой-либо монетой. Плотно уложив бумажный кружок на монету, держать монету за края двумя пальцами.

Подняв монету над полом или столом, разжать пальцы. Монета падает, уже преодолевая сопротивление воздуха; бумажный кружок, уже не встречая сопротивления воздуха, не отстаёт от монеты при падении и достигает пола одновременно с ней.

Сопротивление воздуха при падении тел

Тела, падающие в воздухе, встречают неодинаковое сопротивление. Сопротивление воздуха сильно зависит от формы падающего тела. Наименьшее сопротивление воздуха встречают тела, имеющие так называемую «обтекаемую» форму: форму капли, рыбы, сигары.

Тела куполообразной формы или формы полого полушария встречают при падении в воздухе наибольшее сопротивление. На этом основано употребление различных парашютов, имеющих форму раскрытого зонтика. Парашют такого типа впервые был изобретён в 1911 г. русским конструктором Глебом Евгеньевичем Котельниковым ¹.

¹ Подробнее об изобретении парашюта можно прочесть в книге: Г. В. Залужный, Изобретение авиационного парашюта Г. Е. Котельниковым, Военное издательство, 1949.



Изобретатель первого в мире
авиационного парашюта
Глеб Евгеньевич Котельников
(1872—1943).

По своей конструкции парашют Г. Е. Котельникова оказался более удобным и лучшим по сравнению с парашютами, которые были предложены в то время за границей. Но значение изобретения Котельникова в полной мере было оценено только после Великой Октябрьской революции, когда распространение парашюта Котельникова стало повсеместным и крепко утвердилось во всей мировой авиации.

В нашем Союзе парашют нашёл применение не только в военном деле, но и в различных отраслях народного хозяйства. При помощи парашютов доставляются люди и средства для тушения лесных пожаров, оказывается срочная медицинская помощь в таких пунктах, где невозможно произвести посадку самолёта. При помощи парашютов забрасываются продукты и оборудование всевозможным экспедициям и зимовщикам.

Забота о человеке в нашем социалистическом государстве стоит превыше всего, а при транспортных перелётах и в боевых



Рис. 53. Раскрывшийся парашют в воздухе.

условиях всегда может возникнуть необходимость лётчику покинуть самолёт; поэтому тренировки в прыжках с парашютом ведутся у нас и в мирное время, являясь одним из увлекательных и полезных видов спорта для молодёжи.

Простейший парашют из бумаги

Простейшую модель парашюта можно сделать из небольшого квадратного листа бумаги (развёрнутого тетрадного).

Для этого требуется сложить этот лист, как указано на рисунке.

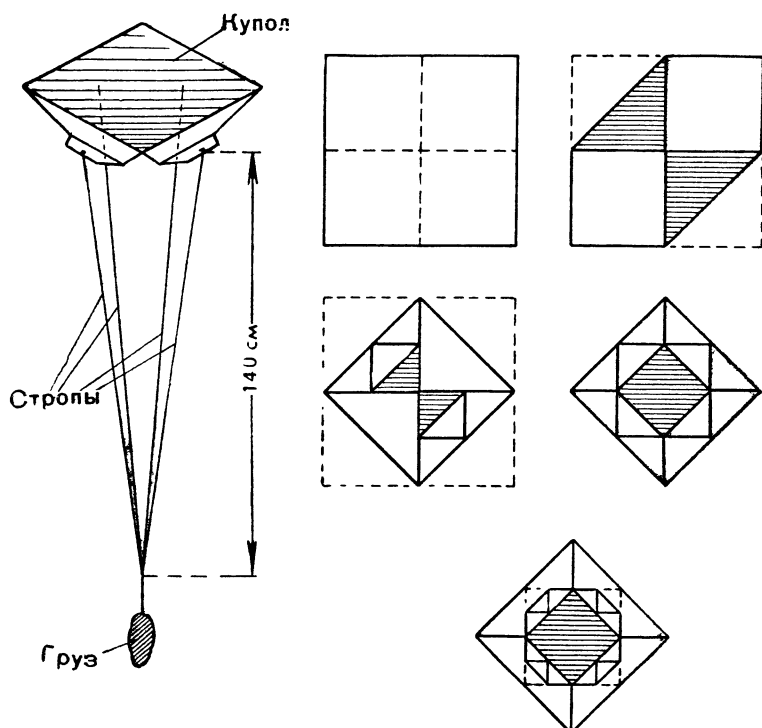


Рис. 54. Самодельный парашют.

К бумажному куполу надо прикрепить «стропы» из обыкновенных катушечных ниток. К стропам прикрепить небольшой груз (гвоздь, лёгкую гаечку, куклу и т. п.). Сбрасывая груз с высоты вниз с парашютом и без него, легко можно заметить, как изменяется скорость падения груза.

Для того чтобы груз сильно не качался, в центре купола парашюта нужно сделать небольшое отверстие¹.

¹ Более сложные парашюты можно устроить, пользуясь руководством «Летающие игрушки и модели» Н. Бабаева и С. Кудрявцева, Оборонгиз, 1946.



Рис. 55. Преодолевая вес санок, мы втаскиваем их на гору.
Вес седока и санок заставляет их скатываться с горы.



Рис. 56. Под действием своего веса вода выливается из сосуда.

Вертикальное и горизонтальное направления

1. Начертить две прямые линии, одну в вертикальном направлении, другую в горизонтальном. Под каким углом эти две прямые должны пересечься, если они проведены правильно?

2. Определить, какие прямые линии в вашей комнате имеют вертикальное и какие горизонтальное направление.

3. Указать эти же направления на приложенной здесь фигуре регулировщика движения (рис. 57).

4. Придумать и зарисовать подобные примеры самому.

5. Сделать отвес, повесив груз на нитке. Проверить им вертикальность стены, притолоки двери, ножки стола, забора и т. п.

6. Вместо уровня горизонтальное направление плоскости можно проверить чайным блюдцем с налитой в него жидкостью или гладким шариком, помещённым на гладкую ровную дощечку.



Рис. 57.

Проверить: а) Как расположится жидкость в блюдце, если оно будет находиться на горизонтальной поверхности и на поверхности, имеющей уклон. Зарисовать.

б) При каком положении дощечки шарик на ней будет находиться в покое и не будет скатываться? Зарисовать.

в) Что нужно сделать с блюдцем чтобы жидкость из него вылилась?

г) Что нужно сделать с дощечкой, чтобы шарик с неё скатился?

Вопросы

1. Вода в открытых руслах (реках, ручьях, каналах) всегда течёт под уклон. Какая сила вызывает это движение воды?

2. Какая сила вызывает движение санок, скатывающихся с горы?

3. Почему ручьи и реки текут с гор?

4. Почему крутой спуск с горы опасен?

5. Почему жидкость можно переливать из сосуда в сосуд?



Рис. 58. Применение отвеса при кладке кирпичной стены.

6. Какую поверхность должна иметь жидкость, если она нигде не течёт?

7. Сообразите, как можно проверить, горизонтальна ли поверхность воды, налитой в ведро, в таз, в стакан?

8. Для чего нужен уровень?

9. Для чего нужен ватерпас?

10. Почему при рытье канавы для осушения почвы нужно дно канавы делать с уклоном?

11. Что произойдёт, если глубину осушительной (дренажной) канавы сделать всюду одинаковой, не принимая во внимание неровностей местности.

Самодельный уровень

Наполните пробирку почти доверху водой; заткните пробкой так, чтобы остался пузырёк воздуха. Держите пробирку горизонтально, чтобы пузырёк воздуха находился посередине пробирки.

Легче можно этого достичь, если пользоваться изогнутой стеклянной трубкой (длиной 15—20 см), наполненной водой и запаянной или заткнутой с концов. В трубке оставить пузырёк воздуха. Если держать или укрепить на подставке трубку горизонтально выпуклым изгибом вверх, то пузырёк будет находиться посередине. Так обычно и устраиваются уровни. Изогнуть стеклянную трубку не совсем просто. Для этого трубку в месте изгиба надо хорошо (до красного каления) прогреть пламенем газовой горелки, спиртовки и т. д.

Водяной уровень

Небольшую плоскую пробку проткнуть иглой с ниткой или гвоздём так, чтобы конец торчал из пробки. Конец нитки при помощи сургуча или воска прикрепить посередине дна внутри

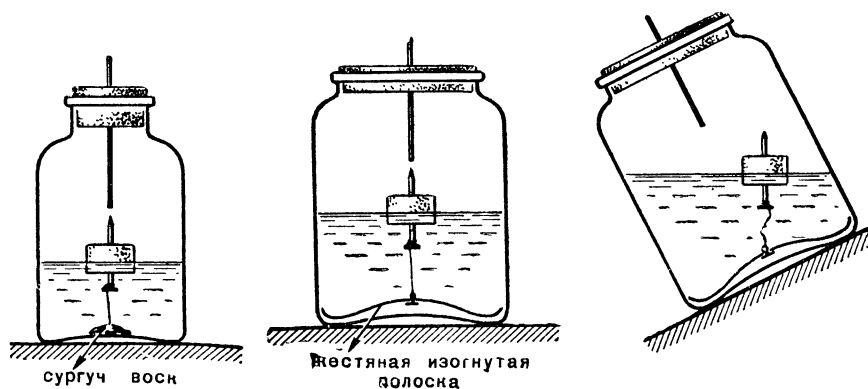


Рис. 59.

небольшой широкогорлой баночки или бутылочки. Налить в баночку воды столько, чтобы пробка с торчащей иглой (гвоздём) плавала на воде. Закупорить баночку пробкой, проткнутой спи-

цей, иглой или куском проволоки. Подогнать пробку так, чтобы при установлении баночки на горизонтальной поверхности остриё нижней иглойки располагалось против конца верхней спицы. При нахождении баночки на поверхности, имеющей уклон, концы иглоек будут расходиться.

Измерение силы тяжести, взвешивание тел

Сила тяжести, как и всякая другая сила, может быть измерена. Для этого употребляют динамометры (рис. 60).

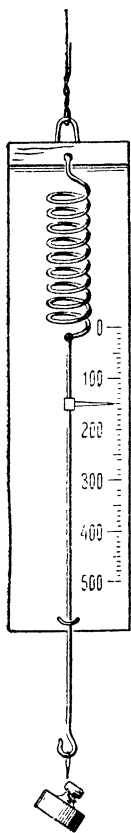


Рис. 60.
Динамометр.

Основной частью динамометра является пружина. Если к концу пружины динамометра прикрепить какой-либо груз, пружина растянется. Растягивает пружину вес тела, т. е. та сила, с которой данный груз притягивается к Земле. Чем больше вес тела, тем сильнее растянется пружина динамометра. Поэтому, прикрепив пружину к соответствующим образом разделённой шкале, можно по растягиванию пружины судить о весе тела. Простейший динамометр можно изготовить самому.

Самодельный динамометр

Балалаечную струну намотать на толстый круглый карандаш и снять, сделав из струны пружинку. Один конец пружинки согнуть крючком, другой прикрепить к небольшой узкой дощечке. На дощечку наклеить полоску миллиметровой бумаги для шкалы. Указателем динамометра вместо прикрепляемой обычно стрелки может служить положение нижней или верхней петли спирали. По ней проградуировать (разметить на деления) динамометр, растягивая его грузиком определённого веса. Пружинку лучше делать небольшой длины (3—5 см в сжатом состоянии). Обычно в жизни все приборы для измерения веса тел называются «весами». Устройство весов различно. Особо устроенными динамометрами можно измерить силу удара боксёра и силу толчка, которую развивает спортсмен перед прыжком.



Рис. 61. Самодельный динамометр из балалаечной струны.

Сложный динамометр, с самопишущим аппаратом прикрепляется к дышлу повозки при измерении силы тяги лошадей.



Рис. 62. Динамометр для определения силы тяги лошади.

Рассмотрите устройство пружинных весов. Сравните с динамометром.

Вес одного и того же тела, как силы земного притяжения, не везде остаётся

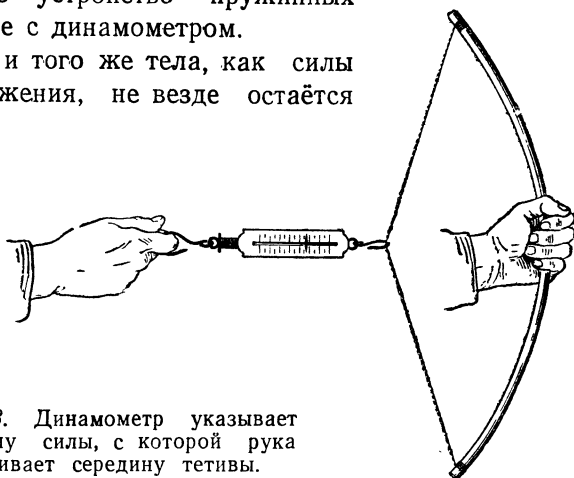


Рис. 63. Динамометр указывает величину силы, с которой рука оттягивает середину тетивы.

одним и тем же. Чем дальше тело находится от центра Земли, тем слабее оно растягивает пружину динамометра. Объясняется это тем, что с удалением тела от центра Земли, а следовательно, от её поверхности, вес тела будет уменьшаться.

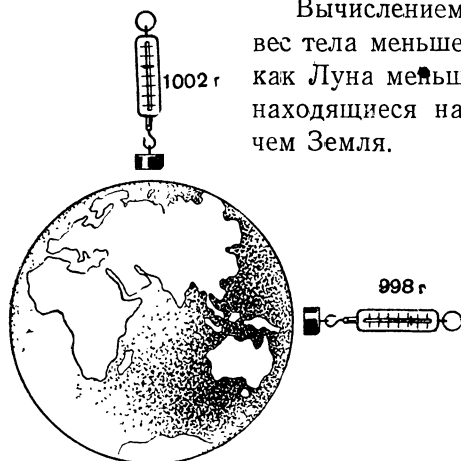


Рис. 64. Пружинные весы показывают на полюсе больший вес, чем на экваторе.

Вычислением определено, что на Луне вес тела меньше в 6 раз, чем на Земле, так как Луна меньше Земли и притягивает тела, находящиеся на своей поверхности, слабее, чем Земля.

Так, например, школьник весом в 36 килограммов на Луне весил бы только 6 килограммов.

Наблюдения над взвешиванием тел

Пронаблюдайте, как производят взвешивание тел в окружающей вас жизни. Запишите свои наблюдения.

1. На каких весах взвешивается хлеб в булочной?
2. Употребляют ли при этом взвешивании миллиграммовый

разновес? Почему? С какой точностью ведётся взвешивание хлеба в булочной? Какой точностью обладают весы?

3. На каких весах взвешивают мешки с мукой, зерном и т. п.?

4. Как взвешивают быков, лошадей, возы с сеном, соломой?

5. Какие весы видели вы в школе?

6. На рисунках 65—67 показаны весы для взвешивания больших грузов. Где вы видели их применение? Разберитесь в схеме устройства таких весов. Попробуйте объяснить, почему такие весы называют «десятичными», «сотенными»?

7. Приходилось ли вам видеть, как взвешивают семена в агролаборатории? Какие весы применяют при таком взвешивании? С какой точностью происходит взвешивание?



Рис. 65. Десятичные весы.

8. Что такое «аптекарские весы»? Где и для чего их применяют? Какое значение может иметь недостаточная точность аптекарских весов при отвешивании лекарств, ядовитых веществ и т. п.?

9. Можно ли точно взвесить на неточных весах?

10. Как определяется чистый вес тела, если оно взвешивается в какой-нибудь «таре»?

11. Ознакомьтесь, что означают при взвешивании грузов слова «брутто», «нетто».

Схема устройства десятичных весов

Для взвешивания больших грузов служат десятичные весы. Десятичные весы устроены следующим образом.

Стержень (AB) (рычаг) имеет точку опоры (B) на вертикальном устое весов. На коротком конце стержня (BB) (плече BB) привешен вертикальный стержень (BD), соединённый шарниром с нижней платформой. Эта платформа опирается в точке (K) и является тоже рычагом.

На том же коротком конце горизонтального стержня (BB) привешен второй вертикальный стержень (GE), заканчивающийся крючком. На него опирается верхняя платформа ве-

сов. Эта платформа другим своим концом опирается в точке (Л). При колебаниях горизонтального стержня АБ верхняя платформа всегда остаётся в горизонтальном положении. На неё кладётся обычно взвешиваемый груз.

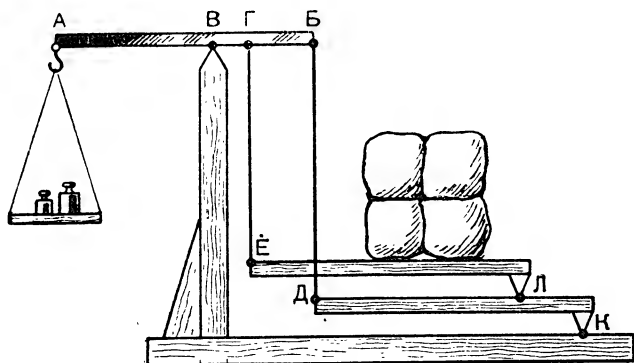


Рис 66. Схема десятичных весов.

К длинному концу горизонтального стержня (АБ) привешена чашка, на которую кладут гири. Чашка эта имеет такой вес, что она одна без гирь может уравновесить все части весов (без гру-



Рис. 67. Взвешивание лошади на десятичных весах.

за), опирающиеся на короткое плечо (*БВ*). Длина плеч рычагов рассчитана так, чтобы вес гирь, положенных на чашку, был равен 0,1 веса груза, положенного на платформу. Увеличивая десятикратно вес гирь на чашке весов, определяют вес взвешиваемого на них груза.

Торговые настольные весы

Такие весы можно встретить во многих магазинах. Весы имеют две площадки (рис. 68), большую для груза (*11*), меньшую для гирь (*10*). Вес груза до 1000 граммов¹ определяется непосредственно на циферблате (*9*) по показанию стрелки. Вес груза свыше 1 кг определяется по циферблату и по весу гирь, положенных на малую площадку.

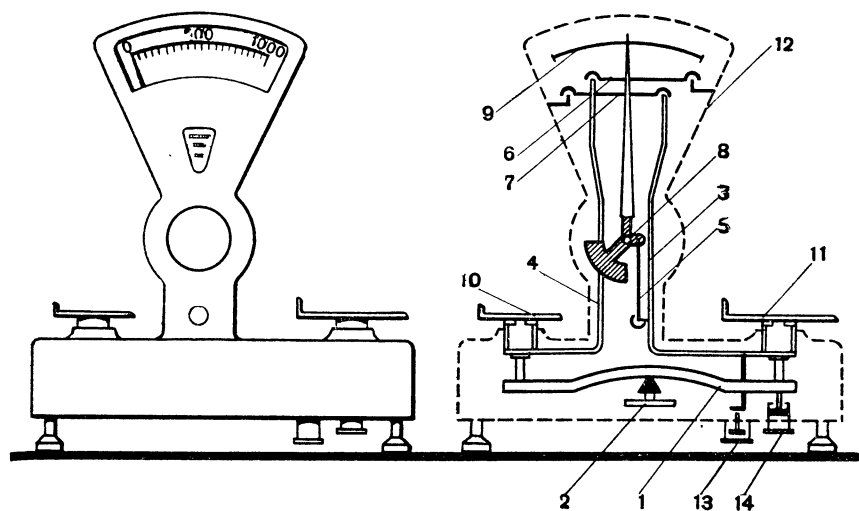


Рис. 68. Торговые весы.

Устройство весов довольно сложно; оно схематически изображено на рисунке 68.

Главное равноплечное коромысло (*1*) подвешено на призме (*2*) в нижней части весов. Концы коромысла поддерживают площадки. Движение коромысла при нагрузке площадок сооб-

¹ Шкалы торговых весов могут быть и иными.

щается двум другим рычагам (3 и 4). Эти рычаги за верхние концы удерживаются в вертикальном положении двумя параллельными тягами (6 и 7).

При опускании грузовой площадки противовес (8), находящийся посередине верхней части весов, поднимается тягой (5) и увеличивает своё действие на рычаги (3) и (4) до тех пор, пока наступит равновесие; в это время обе стрелки с одной и другой стороны весов перемешаются каждая по своему циферблату. Движение стрелок видит и продавец и покупатель. Каждое деление циферблата соответствует пяти граммам.

Для уменьшения продолжительности качания стрелок весы имеют особый успокоитель (14). Во время переноски весов с места на место их части могут быть приведены в полную неподвижность особым затормаживающим «стопором» (13).

Самодельные весы

По своему устройству весы могут быть различными. Наиболее распространённый тип весов и самый древний по времени изобретения — это весы «рычажные» с коромыслом, плечи которого равны. К концам коромысла прикрепляется на нитях или металлических стержнях чашки. Коромысло или опирается на подставку, например в весах технических, или подвешивается, как в весах аптекарских.

Точность и чувствительность таких весов зависит: 1) от равенства плеч коромысла, 2) от точки его опоры (желательно, чтобы коромысло опиралось или на одну точку, или на линию — обычно ребро 3-гранной призмы) и 3) от точек привеса чашек к коромыслу.

Материалом для изготовлений таких весов может служить дерево, жёсть, пластмасса. Призмочки для опоры хорошо сделать из очень твёрдого материала, например из стали, опилив для этого напильником кусок гвоздя.

Чашки должны быть совершенно одинаковые по своему весу; сделать их можно из фанеры, картона, жести или даже из жестяных пустых коробок из-под гуталина. Подвесить лучше на трёх нитях-шнурках, каждый конец которых должен быть одной длины с остальными. При взвешивании на левую чашку весов кладётся взвешиваемое тело, на правую чашку подбираются разновески. Когда вес тела будет равен весу подобранных разно-

весок, весы придут в равновесие, и коромысло их примет горизонтальное направление. Стрелка-указатель станет в нулевое положение. В этом случае вес взвешиваемого тела будет равен весу подобранных разновесок.

Основным достоинством весов является их чувствительность. Ниже приводим описание устройства самодельных весов с коромыслом, обладающих достаточной чувствительностью.

Для изготовления весов требуется: 1) деревянная дощечка для основания, 2) деревянный стержень для стойки, 3) кусок двухмиллиметровой проволоки длиной около 200 мм, железной или медной, 4) немного более тонкой жёсткой железной проволоки, 5) кусок жести 200×70 мм, 6) картона (жёсткого) 200×100 мм и 7) хорошей нити или тонкой бечёвки. Кроме этого, понадобятся 6 маленьких гвоздей (10 мм) и один побольше (40—50 мм).

Составные части весов (рис. 69): 1) коромысло cd , 2) вилка, 3) две «чашки», 4) подставка с основанием z и стойкой MN с кронштейном.

Коромысло выкроить из жести по фигуре 1; длина вместе с концами для подвешивания чашек — 160 мм, ширина с отростками для насаживания стрелки — 50 мм. Отверстия a , b для оси вращения и c , d для крючков (для подвешивания чашек) сделать диаметром около 1 мм (пробить гвоздём на деревянной подкладке, а заусеницы сравнять напильником). Выкроенное коромысло согнуть жёлобом с плоским дном посередине шириной 8—10 мм; тогда отверстия a и b должны быть на 3—4 мм выше этого дна. Сделать из жести выкройку вилки (её длина $ab=70$ мм), пробить в ней отверстия, на 4—5 мм отступя от концов вилки, в средней части ширина её должна быть 8 мм, наверху (посередине) вилки сделать отверстие для подвески k , на которой коромысло может несколько поворачиваться вокруг вертикальной оси. Вилку скрепить с коромыслом осью $a_2 b_2$. Если вилка задерживает качание коромысла, её следует несколько сжать. Стрелку сделать из жести; крылышки f и g загнуть друг к другу, чтобы получилась сплюснутая трубка, которую нужно надеть на отросток коромысла.

Чашки весов сделать из квадратных пластинок картона E размером 90×90 мм. На расстоянии 1 см от вершины угла сделать отверстия A , B , C , D . Через них продеть суровую нить или нетолстую кручёную бечёвку длиной в 640 мм; наверх от чашки

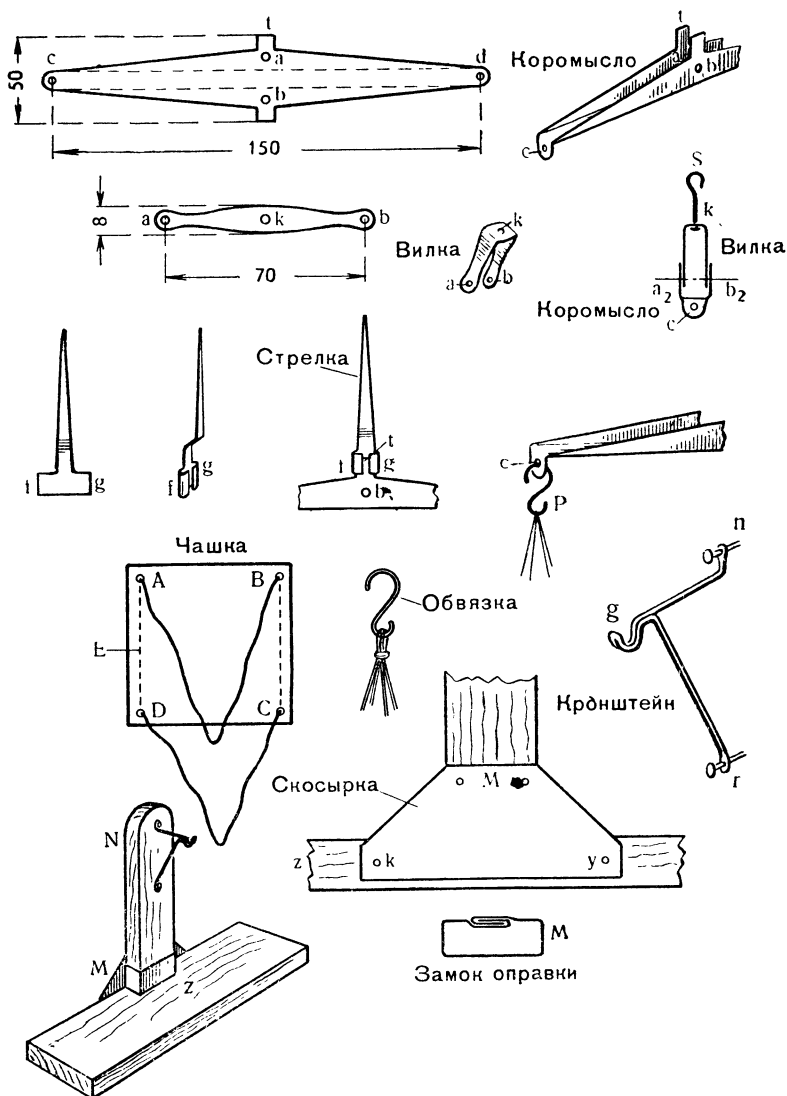


Рис. 69. Составные части самодельных весов.

вывести две петли, а узел связать под чашкой; выравняв длины, получим одинаковые отрезки по 110 мм. Чтобы при накладывании груза не на середину чашки она не перекашивалась, под подвесом *P* сделать нитью перевязь.

Подставка этих весов имеет основанием чисто выстроганную дощечку толщиной 20 мм, длиной 180 мм, шириной 60 мм. По середине длинной её стороны гвоздём снизу укрепить стойку — стержень длиной 260 мм, сечением 20×15 мм; чтобы он не раскололся в нижней части от гвоздя, надеть на него оправку из полосы жести размером 90×25 мм и концы её соединить «в замок»; чтобы стойка не качалась, укрепить её жестяной скосыркой *М* в виде трапеции. К верхней части стойки прикрепить кронштейн, его сделать из железной двухмиллиметровой (медной трёхмиллиметровой) проволоки в форме прямоугольного треугольника *ngr*; на концах сделать петли, за которые гвоздями или винтиками прикрепить кронштейн к стойке.

При достаточно тщательном изготовлении такие весы уже дают заметное отклонение при нагрузке в 0,1 Г (вес одной спички). Чем ниже сделать отверстия *a* и *b* в коромысле, чем легче само коромысло и чем при том же весе оно длиннее, тем чувствительность таких весов будет больше.

Можно сделать весы и другой формы. На рисунке 70 указаны весы: а) с коромыслом, имеющие другой способ привеса коромысла и чашек, б) весы, действие которых основано на упругости деревянного прутика (из ореха) или стальной пластинки, — «лучковые» весы и в) весы дисковые.

Устройство первых двух весов а) и б) вполне понятно из чертежа.

Устройство же дисковых весов заключается в следующем: к верхней части стойки весов прикрепляется сегмент (полукруг), служащий коромыслом. Диаметр его 150 мм. Сегмент может быть вырезан из очень плотного картона или из фанеры. На расстоянии 1 см от прямой части сегмента в нём делается 3 отверстия: первое — в середине (диаметр 3—4 мм), второе — левее первого на 15 мм (диаметр 1,5 мм) и третье — для болта, крепящего грузик. Первое отверстие приспособлено для оси коромысла, второе — для тяги. Коромысло насаживается на шуруп 25—30 мм длиной. На шуруп надевается металлическая шайба, затем коромысло и ещё две шайбы. Шуруп ввёртывается в поперечину стойки, и коромысло должно свободно поворачиваться на нём, как на оси. Тяга, удерживающая чашку весов, сгибается из проволоки (диаметр 1,5 мм). Грузик делается из куска свинца цилиндрической формы диаметром 15 мм и толщиной 3—4 мм.

Если весы сделаны правильно, то у них без нагрузки правый угол коромысла должен быть ниже левого на 35—40 мм.

На коромысле должна быть нанесена шкала делений. Градуируется эта шкала следующим образом: на чашку весов кладётся

гирька в 5 граммов (можно заменить монетами), и на шкале отмечается чёрточкой положение тяги. Добавляется ещё одна гирька в 5 граммов на чашку и снова делается на шкале отметка положения тяги. Таким образом размечается вся шкала. Весы обычно выходят рассчитанными на максимальную нагрузку в 100 граммов.

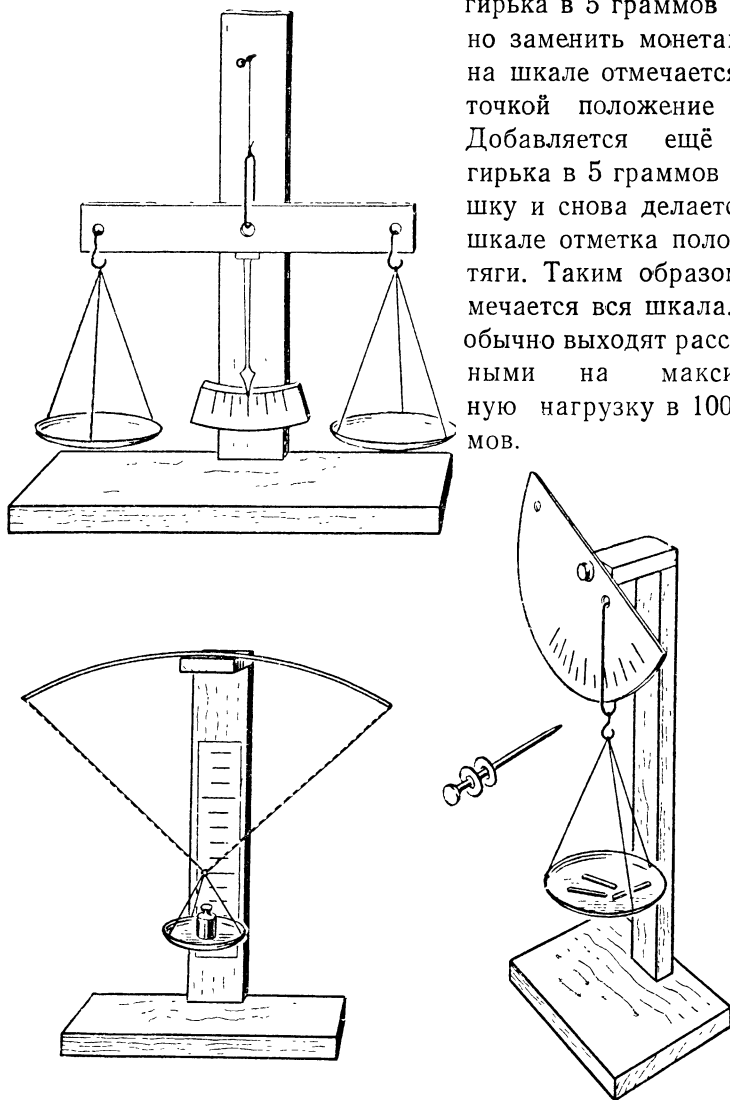


Рис. 70. Различные формы самодельных весов.

Обращение с весами

Весы необходимо оберегать от пыли, грязи и сырости.

Хранить весы следует в шкафу или в особом ящике-футляре.

При переноске весов необходимо оберегать их от сильных толчков и раскачиваний.

На чашки весов не должна попадать вода или какая-либо жидкость.

Мокрые грязные тела на весах не взвешивают.

Перед взвешиванием и после него весы надо обтереть.

При взвешивании тел необходимо соблюдать определённые правила.

Правила взвешивания

1. Перед взвешиванием надо правильно установить весы.

2. Взвешиваемое тело тихо класть на левую чашку весов, разновес — на правую.

3. Разновески брать только пинцетом-щипчиками, чтобы они не портились.

4. При взвешивании соблюдать строгую последовательность в разновесках: ставить сначала крупные, а затем постепенно всё более мелкие.

5. Снимая разновески с чашки весов, вести им счёт.

6. Освободившиеся разновески обязательно класть на места в ящик или колодку для их хранения.

Опыты по взвешиванию тел

1. Проверить, взвешивая на весах, что монета в 1 коп. весит 1 Г, монета в 2 коп. весит 2 Г, в 3 коп. — 3 Г и, наконец, в 5 коп. — 5 Г.

2. Проверить, что 1 спичка в среднем весит 0,1 Г.

3. Проверить, что полстакана воды весит 100 Г; один литр воды весит 1 кг.

4. Отвесить 50—100 Г песку. Высыпать песок кучкой на стол и всё количество песка разделить на глаз на 2—3 равные кучки. Проверить взвешиванием точность произведённого деления.

Количество песка в общей кучке больше, чем в каждой отдельной её части. Количество вещества, находящееся в объёме данного тела, принято считать «массой» этого тела.

Различают «вес» тела и «массу» тела.

Если сказать: «Человек съел 0,5 кг хлеба», — надо понимать под 0,5 кг хлеба «массу» хлеба.

Если сказать: «Человек попросил взвесить 0,5 кг хлеба», — надо под 0,5 кг хлеба понимать вес хлеба.

Масса тела не изменяется, куда бы мы не переместили тело, хотя бы подняли его с Земли на Луну. Этим масса тела отличается от его веса. Вес тел на Луне в шесть раз меньше, чем на Земле.

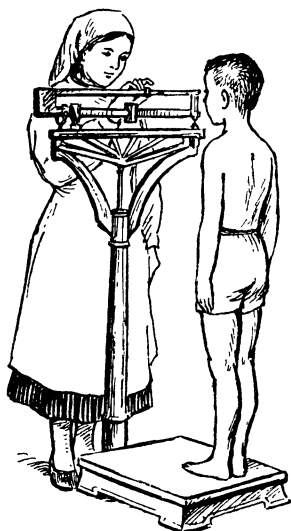


Рис. 71. Взвешивание на медицинских весах.

Таблица нормального веса детей и подростков от 3 до 17 лет

Возраст в годах	Вес в килограммах	
	мальчики	девочки
3	14,1	14,2
4	15,9	15,3
5	17,9	17,8
6	19,8	19,8
7	22,1	21,4
8	23,9	23,2
9	25,6	24,8
10	28,1	27,5
11	30,5	30
12	33,4	33,8
13	36,4	38,5
14	41,7	43,7
15	46,8	47,3
16	52,9	51,2
17	59,0	53,2

Определение своего веса на десятичных весах

Очень важно знать свой вес. Здоровый человек в каждом возрасте должен иметь «нормальный» вес. Хорошо время от времени проверять свой вес на медицинских десятичных весах. Медицинские весы мало чем отличаются от обычных десятичных весов. Над площадкой для груза, на особой стойке помещается

шкала с противовесом. На шкале — деления в граммах и килограммах (см. рис. 71).

Став на площадку весов в лёгкой одежде и без ботинок, нужно передвигать грузик по шкале до тех пор, пока не наступит равновесие. По делениям подсчитать свой вес. При взвешивании удобнее следить за противогрузом не самому, а поручить это другому лицу.

Проверьте свой вес и, сообразуясь с приведённой таблицей норм весов, отметьте, соответствует ли ваш вес вашему возрасту.

Интересное наблюдение

При взвешивании себя или товарища на медицинских весах можно провести ряд интересных наблюдений.

Так, например, интересно проверить, одинаковыми ли будут показания весов, если:

- 1) при взвешивании стоять неподвижно на платформе весов;
- 2) стоя на платформе, начать нагибаться корпусом книзу;
- 3) стоя неподвижно на платформе весов, поднимать при взвешивании руку вверх;
- 4) стоя неподвижно, опускать поднятую руку вниз.

Попробуйте разобраться в полученных результатах в каждом отдельном случае и дать объяснение наблюдаемым явлениям.

Определение площади ладони взвешиванием

На лист бумаги положите ладонь руки и обрисуйте её до запястья. Рядом начертите квадратный дециметр.

Вырежьте аккуратно ножницами рисунок руки и рисунок квадратного дециметра. Взвесьте их по отдельности. Полагая, что лист бумаги имеет повсюду одинаковую толщину, можно принять, что вес вырезанного куска прямо пропорционален площади этого куска; если вырезанная из бумаги фигура весит столько же, сколько весит квадрат в 100 см^2 , то поверхность фигуры тоже равна 100 см^2 . Если фигура весит в два раза больше, то поверхность её равна 200 см^2 .

Сравнивая между собой вес вырезанной фигуры ладони и квадратного дециметра, определить, чему равна поверхность вашей ладони в квадратных сантиметрах.

Взвешивание воздуха

Чтобы убедиться в том, что воздух имеет вес, можно проделать следующий опыт.

1. Стеклянную колбу или пузырёк ёмкостью 250—500 см^3 заткнуть пробкой, в которую пропустить стеклянную трубочку.

На наружный конец стеклянной трубки надеть резиновую трубку. Пристроить к последней зажим (для этого может служить и зажим, употребляемый в домашнем хозяйстве при сушке белья).

Устроенный так пузырёк или колбу подвесить на весах и уравновесить песком, дробью.

Не снимая колбы с весов, открыть зажим и начать из колбы отсасывать этот воздух.

Не отнимая от рта резиновой трубки и продолжая отсасывать воздух, быстро зажать зажим. Такое отсасывание произвести несколько раз.

По окончании отсасывания воздуха колба станет легче, и чашка весов с нею поднимется вверх.

Успех опыта зависит от количества отсосанного воздуха, от работы зажима, от непроницаемости пробки и от чувствительности весов.

2. Вес воздуха можно определить, пользуясь тем, что при нагревании воздух расширяется, увеличивает свой объём и частично уходит из колбы.

Для этого опыта надо уравновесить на весах колбу в 500 см^3 с предварительно хорошо подогнанной к ней пробкой.

Сняв колбу с весов и открыв её, хорошенько прогреть над пламенем спиртовой лампы. Снова закупорить колбу пробкой, дать ей охладиться и взвесить снова.

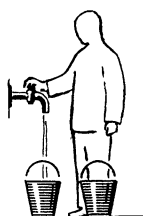
При хорошем прогревании удаётся обнаружить изменения в весе колбы с воздухом до 0,25 Г .

Этот опыт следует проводить на весах хорошей чувствительности, например аптекарских. Вместо колбы брать какой-либо другой пузырёк не рекомендуется: он может при нагревании над пламенем лопнуть.

Воду можно не взвешивать

Полезно запомнить!

- 1 куб. метр чистой воды весит 1 тонну
 1 куб. дециметр, т. е. 1 литр, воды весит 1 килограмм¹
 1 куб. сантиметр воды весит 1 грамм
 1 куб. миллиметр воды весит 1 миллиграмм
 Записать в тетрадь или в записную книжку:

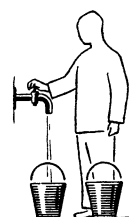


1913г

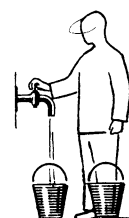
Объём	Вес воды
1 м ³	1 тонна
1 дм ³	1 килограмм
1 л	1 килограмм
1 см ³	1 грамм
1 мм ³	1 миллиграмм



1931г



1936г



1937г

После реконструкции
водоснабжения

Рис. 72.

Вопросы

1. Сколько весит стакан воды?
2. Сколько весит ведро воды?
3. Сколько весит один миллилитр воды?
4. Каков объём сорокаведёрной бочки в литрах? кубических метрах?
5. Наименьший вес дождевой капли равен 0,00005 Г.

Определить, чему равен объём такой капли.

6. На диаграмме приводится среднесуточная подача воды на одного москвовского жителя.

Каждое изображение ведра условно принято равным 25 литрам.

Подсчитать количество воды, приходящейся на

одного жителя в указанные годы, в литрах и в обычных ведрах.

¹ Наиболее точные измерения Международного бюро мер и весов дали для веса 1 л чистой воды, 0,999973 кг. Другими словами, это значит, что 1 кг чистой воды займёт объём, равный 1000,027 см³.

Хитрое взвешивание

Сварили два одинаковых бруска мыла. Как определить вес каждого бруска? Весы с чашками есть, а из разновесок имеется только одна — 200 Г.

Наконец догадались: весы пришли в равновесие, когда на левую чашку положили один целый брусок, а на правую чашку — две трети второго бруска и гирию в 200 Г.

Сколько весил каждый брусок мыла?

Задача на догадку

Имеется 8 пуговиц, совершенно одинаковых по виду. Семь пуговиц одинаковы и по весу. Одна пуговица легче других.

Как тремя взвешиваниями, не пользуясь гилями, найти более лёгкую пуговицу? Как найти её двумя взвешиваниями?

УДЕЛЬНЫЙ ВЕС ВЕЩЕСТВА



Вода

Объём 1 см³
Вес Г



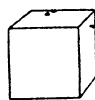
Железо

1 см³
....Г



Ртуть

1 см³
....Г



Воздух

1 см³
....Г

1. Сможете ли вы, перечертив нарисованные здесь кубики, подписать под каждым из них его вес в граммах?

2. Из мыла, глины, картофеля, дерева и других веществ вырезать по одному кубу объёмом в 1 куб. сантиметр и взвешиванием определить его вес.

Что определяется таким взвешиванием?

Обязательно ли при определении удельного веса вещества из последнего надо вырезать каждый раз 1 куб. сантиметр?

Как определить удельный вес вещества иначе?

3. Определить опытным путём удельные веса следующих веществ: кирпича, металла, пилёного сахара, каменного угля.

4. Сообразите, как опытным путём определить удельный вес вещества твёрдого, которое имеет неправильную форму.

Определите удельный вес твёрдого тела, которое не тонет в воде, например древесного угля или пробки.

5. Сообразите, как определить удельный вес тела сыпучего, например манной крупы, речного песка и т. п.

Определение удельного веса жидкости

Для определения удельного веса молока, чая, керосина или другой какой-либо жидкости надо подобрать прежде всего небольшой пузырёк, тщательно вымыть его и просушить. Взвесить пузырёк сначала пустым. Налить в пузырёк до горлышка жидкости, удельный вес которой хотим узнать, и взвесить пузырёк с жидкостью.

Вычтя из результата второго взвешивания вес пустого пузырька, вычислить чистый вес жидкости. Перелить жидкость в мензурку из пузырька, определить объём жидкости, а кстати и вместимость пузырька в кубических сантиметрах. (Этот пузырёк может служить для определения удельного веса других жидкостей, объём которых каждый раз будет известен, если каждый раз жидкость наливать до горлышка пузырька, как в первом случае.) Разделив вес чистой жидкости на её объём, получим удельный вес жидкости.

Пользуясь вышеизложенным способом, определите удельные веса каких-либо двух жидкостей, например молока и керосина.

Зная, чему равна вместимость сосуда, в котором у вас хранится обычно керосин, бензин, молоко или масло, подсчитайте вес этих жидкостей в объёмах обычного их хранения.



Рис. 73.

Определение удельного веса картофеля и процента крахмала в нём

На крахмально-паточных заводах по удельному весу картофеля определяют процент крахмала в картофеле. Для этого служат специально составленные таблицы и особо приспособленные весы.

Крахмал является веществом, необходимым в питании человека.

Определите процент крахмала в картофеле, который употребляете в пищу.

Для этого из сырого клубня картофеля вырежьте правильный параллелепипед и измерьте его объём. Взвесьте его. Разделив вес на объём, вычислите удельный вес картофеля. Пользуясь приведённой ниже таблицей, определите, какой процент крахмала содержится в среднем в картофеле, употребляемом вами в пищу.

Таблица содержания крахмала в картофеле

Удельный вес картофеля	% крахмала	Удельный вес картофеля	% крахмала
1,061	10,0	1,109	20,1
1,066	11,0	1,110	21,1
1,071	11,9	1,120	22,5
1,075	12,9	1,125	23,5
1,079	13,8	1,130	24,6
1,084	14,7	1,135	25,7
1,089	15,8	1,140	26,7
1,094	16,9	1,146	28,0
1,099	17,9	1,151	29,1
1,104	19,0	1,156	30,2

Работа над таблицей удельных весов

1. Просмотрев таблицу удельных весов, выделите из неё:

а) самый тяжёлый металл, б) самый лёгкий металл, в) самую тяжёлую жидкость, г) самую лёгкую жидкость, д) наиболее тяжёлый газ, е) легчайший из газов.

Таблица удельных весов в $\frac{\Gamma}{\text{см}^3}$

Название	Удельный вес	Название	Удельный вес
Твёрдые тела			
Алюминий	2,7	Свинец	11,3
Антрацит	1,4—1,7	Сосна	0,4—0,6
Берёза	0,5—0,7	Сталь	7,8—7,9
Бетон	1,8	Стекло	2,5
Бронза	8,5—8,9	Цемент	1,15
Бумага	0,7—1,15	Цинк	6,9—7,2
Глина	2,2	Чугун серый	6,7—7,6
Гранит	2,5—3	» белый	7
Дуб	0,7—1	Фарфор	2,6
Ель	0,4—0,7		
Железо	7,8	Жидкие тела	
Земля	1,4—2	Бензин	0,7
Золото	19,3	Вода	1
Иридий	22,4	Вода морская	1,03
Каучук	0,9	Керосин	0,78—0,8
Кварц	2,65	Масло растительное	0,9
Калий	0,86	Молоко	1,03
Кирпич	1,8—2,3	Медный купорос 15%	1,1
Латунь	8,5	Нефть	0,76
Лёд	0,9	Ртуть	13,6
Литий	0,53	Спирт	0,79
Медь	8,8—8,9	Эфир	0,72
Магний	1,7		
Мрамор	2,5	Газы	
Никель	8,9	Воздух	0,00129
Натрий	0,97	Азот	0,00125
Олово	7,4	Водород	0,00009
Песок	1,5—2	Кислород	0,0014
Платина	21,5	Углекислый газ	0,0019
Пробка	0,24	Светильный газ	0,0006
Сахар	1,6	Аммиак	0,0007
Серебро	10,5	Хлор	0,003
Снег	0,12		

2. Просмотрев таблицу удельных весов твёрдых и газообразных веществ, сообразите, чему будет равен вес 1 куб. метра каждого из указанных в таблице веществ.

3. Соберите и составьте коллекцию веществ, удельный вес которых меньше единицы.

4. Соберите и составьте коллекцию веществ, удельный вес которых больше единицы.

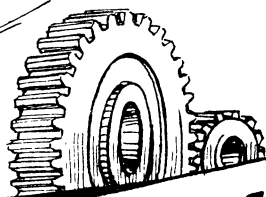
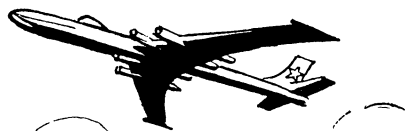
Коллекции хорошо оформить.

Задача-опыт

Измерить площадь и толщину листа бумаги в своей тетради.

Высчитать вес всей тетради (без обложки), приняв удельный вес бумаги $0,92 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

Вес тетради, полученный расчётом, проверить взвешиванием.



Основные свойства физических тел





Твёрдость тел и её определение

По своей твёрдости тела неодинаковы. Воск, глина, мел мягче железа; сталь твёрже железа; алмаз твёрже стали.

Твёрдость алмаза считается наибольшей.

Стекло любого сорта режется алмазом. Особым алмазным сверлом буравят самые твёрдые горные породы.

Для определения твёрдости тела пользуются особой шкалой твёрдости.

Шкала твёрдости — это набор минералов, расположенных в порядке возрастающей твёрдости.

Шкала твёрдости

- | | |
|----------------------------|-----------------|
| 1. Тальк | 6. Полевой шпат |
| 2. Гипс, или каменная соль | 7. Кварц |
| 3. Известковый шпат | 8. Топаз |
| 4. Плавиковый шпат | 9. Корунд |
| 5. Стекло | 10. Алмаз |

Для определения твёрдости камня или другого какого-либо тела нужно это тело по очереди царапать минералами шкалы твёрдости.

Если испытуемое тело царапает минерал шкалы твёрдости и само царапается им, это значит, что твёрдость их равна.

Например, стекло царапает тело и тело на стекле оставляет ясно видимую царапину — твёрдость испытуемого тела равна 5.

Если испытуемое тело царапает какой-нибудь минерал шкалы, а само царапается только ближайшим следующим минералом шкалы твёрдости, то твёрдость испытуемого тела находится между ними.

Например, тело царапает стекло, а само царапается только полевым шпатом — твёрдость испытуемого тела больше 5; следует твёрдость такого тела писать равной 5—6.

Интересно самому подобрать ряд предметов различной твёрдости и уложить их в коробочку в порядке возрастающей твёрдости.

В коробочке удобнее сделать перегородки, чтобы предметы не перемешались при встряхивании.

Ниже приводится таблица твёрдости для некоторых веществ.

Название веществ	Твёрдость	Название веществ	Твёрдость
Воск	0,5	Алюминий	2
Глина	0,5—1	Золото	2—3
Графит	0,5—1	Медь	2—3
Мел	1	Серебро	2—3
Алебастр	1—2	Мрамор	3—4
Олово	1—2	Латунь	3—4
Асфальт	1—2	Железо	4—5
Сера	2	Платина	4—5
Каменный уголь	2—3	Асбест	5
Антрацит	2—3	Магнитный железняк	6
Свинец	1—2	Сталь	от 5 до 8—9
Слюда	3	Кремень	7

Определить твёрдость следующих тел: железного гвоздя, монет в 5 и в 20 коп., лезвия ножа, ножниц, различных сортов дерева.

Металлы

Учёные подсчитали, что в земной коре содержится металлов в процентах от общего веса земной коры:

Алюминия	7,45%	Натрия	2,40%
Железа	4,20%	Магния	2,35%
Кальция	3,25%	Калия	2,35%

На все остальные металлы, вместе взятые, приходится меньше 2%.

В эти 2% входят:

Медь	0,01%	Уран	0,0004%
Никель	0,02%	Серебро	0,00001%
Цинк	0,02%	Золото	0,000005%

и другие редкие металлы.

Несмотря на незначительное количество металлов в земной коре, часто они образуют большие скопления в одном каком-нибудь месте и дают так называемые богатейшие месторождения. Таковы у нас на Урале и в Казахстане залежи медных руд; на Урале целые горы состоят из ценной железной руды — магнитного железняка. Такие месторождения облегчают добывание металлов.

Но есть металлы, которые встречаются редко и в очень небольших количествах. Их называют «редкими металлами». Чтобы получить несколько килограммов такого редкого металла, приходится перерабатывать тысячи тонн его руды. От этого ценность металла значительно возрастает. Алюминий — самый распространенный металл в земной коре, но получение чистого алюминия очень сложно. Его получают при помощи дорогого стоящего электричества. Наиболее дешёвыми по получению из всех металлов являются чугун и сталь.

К 1965 году в нашем Союзе ежегодно будет выплавляться более 65 миллионов тонн чугуна и более 86 миллионов тонн стали.

Стоимость металла (в рублях) в зависимости от его выработки¹

1 тонна чушкового чугуна	стоит	400—500
1 тонна стального проката	»	600—800
1 тонна меди	»	около 7000
1 тонна алюминия	»	7000
1 тонна цинка	»	3000
1 тонна свинца	»	7000
1 тонна никеля	»	около 28 000
1 тонна олова	»	около 110 000
1 тонна кобальта	»	около 300 000
1 килограмм циркония	»	2000

С каждым годом растёт и ширится применение человеком различных металлов. Особенно широко используется железо в виде различных сортов чугуна и стали. Железнодорожные рельсовые пути, вагоны, стальные каркасы современных зданий, мосты, крыши, сотни тысяч разнообразных машин и станков изготавливаются из стали и чугуна. Сталь и чугун нашли широкое применение и в нашем быту. Ножи и вилки, кровати, решётки балконов и

¹ Б. П. Захаров, Металлы в машиностроении, Машгиз, 1954.

садов, многие виды посуды: вёдра, корыта, баки; мелкие предметы: замки, ключи, цепи, ручки; сельскохозяйственный и садовый инвентарь делаются из мягкой стали.

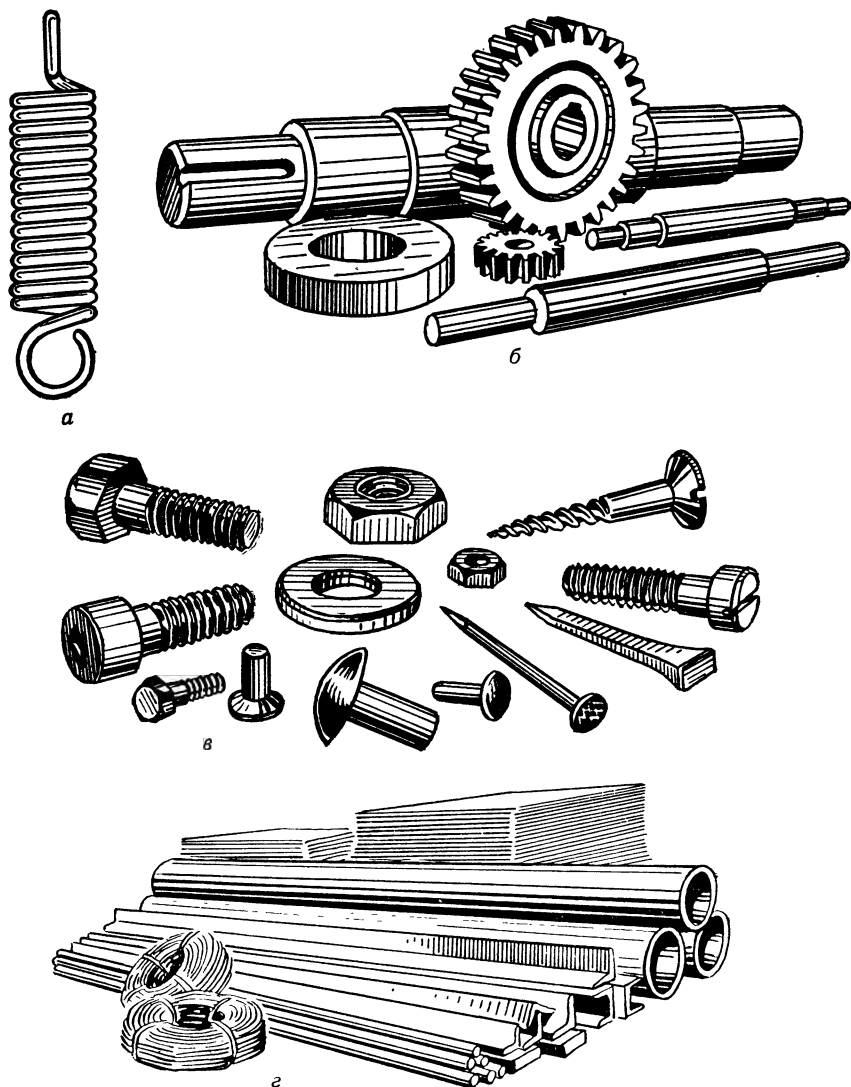


Рис. 74. Металлы, из которых сделаны детали машин:

а—витая пружина из упругой стали; б—валы, оси, шестерёнки из особо прочной стали.
в—детали для крепления из вязкой стали; г—листы, трубы, прутки, бунты, проволоки из стального проката.

Металлы обладают весьма ценными качествами. Они очень прочны. Есть металлы тяжёлые, есть и лёгкие. Тяжёлые металлы (какие?) используются в машиностроении, лёгкие (из них какие?), например, в самолётостроении. Есть металлы легкоплавкие и тугоплавкие. Так, тугоплавкий вольфрам идёт на изготов-



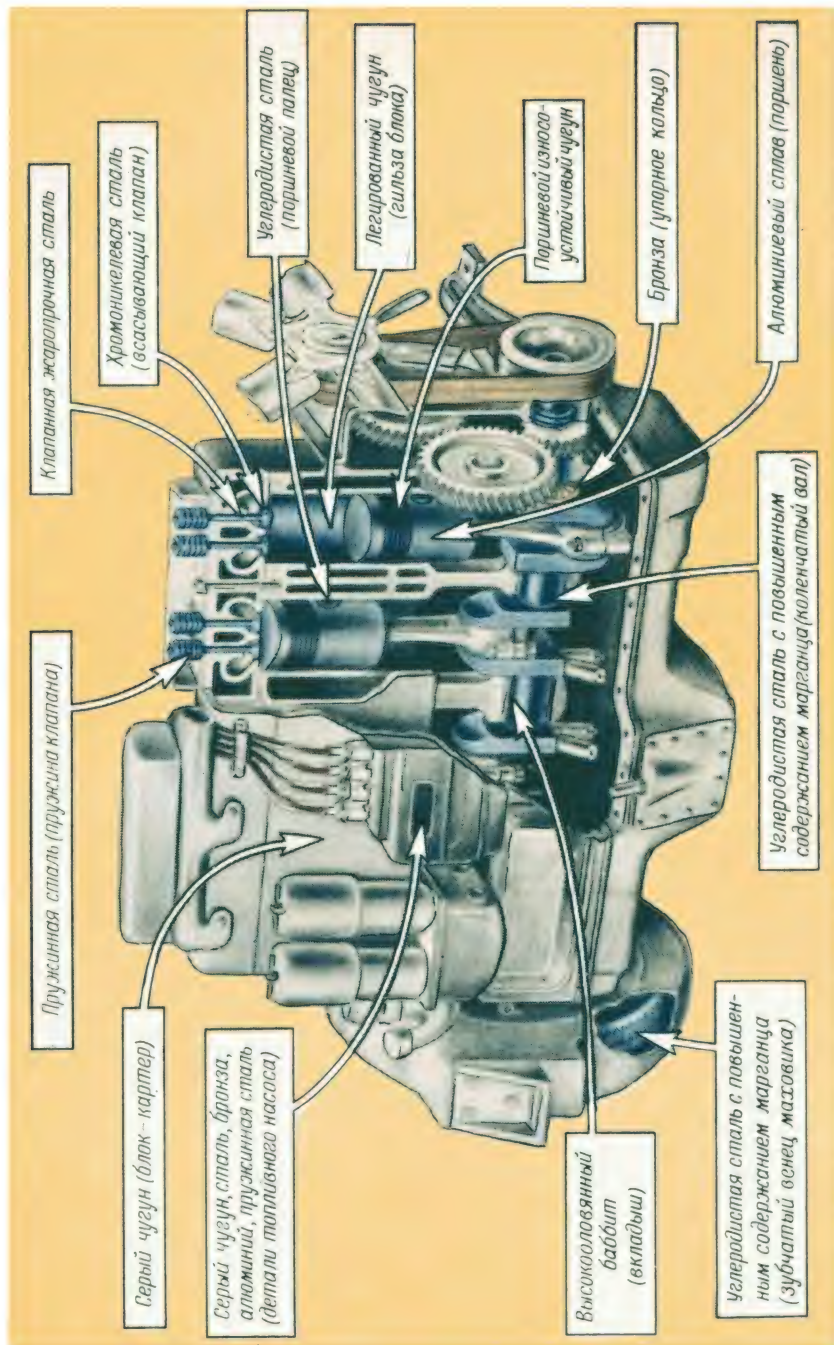
*Рис. 75. Памятник Юрию Долгорукому в Москве.
На отливку пошло 24 тонны бронзы.*



Рис. 76. Лёгкий и прочный сплав дюралюминий идёт на изготовление самолётов.



Рис. 77. Крымский мост через Москву-реку. На него израсходовано 10 тысяч тонн высококачественной стали.



Металлы, из которых сделан тракторный двигатель.

ление нитей электрических ламп. Он выдерживает нагрев до температуры 2900° и не расплавляется. Одни металлы обладают хорошими магнитными свойствами, другие, как медь и алюминий, хорошо проводят электрический ток и идут на изготовление электрических проводов.

Многие металлы легко окисляются и разрушаются на воздухе. Но человек научился покрывать менее стойкие металлы более стойкими, значительно увеличив этим прочность металлических изделий. Так, оцинковывают железо, хромируют сталь. Сплавляя один металл с другим, человек изменяет основные свойства чистых металлов и получает «сплавы». Использование сплавов в настоящее время проводится особенно широко. Чугун и сталь представляют собой сплав железа с углеродом. При различных количествах примеси углерода получают различные сорта (марки) стали и чугуна. Цветные металлы слабо окисляются и поэтому они широко применяются там, где надо противостоять разрушающему действию воды и воздуха.

Твёрдость металлов

Если принять твёрдость стали за 100, то твёрдость других необработанных металлов можно выразить следующими числами:

Сталь	100	Цинк	34
Железо	88	Алюминий	22
Золото	73	Олово	11
Серебро	58	Свинец	4
Медь	38		

Свинец является самым мягким металлом. Он легко режется ножом. В настоящее время человек широко пользуется и более твёрдыми металлами, чем сталь. Так, например, советскими металлургами приготовлен особый твёрдый сплав «победит». Пластинку «победита» напавляют на резец, который применяют для резания и обточки металла. Чем твёрже резец, тем легче и быстрее им можно работать.

Редкие металлы ванадий и титан отличаются очень большой твёрдостью. Сплавы, содержащие эти металлы, нанесённые на резец, тоже увеличивают его твёрдость во много раз. Если такой сплав нанести на конец железного гвоздя, то последним, как алмазом, можно резать стекло.

Возможно ли крупинкой золота позолотить статую всадника?

Все металлы ковки. Особенно ковка золото. В нашем Союзе более 300 лет существует особая профессия золотобойцев. Под их умелыми ударами крупинка золота расплющивается в тонкий лист, который просвечивает на свет и имеет большую площадь. Издавна ходит про этих золотобойцев поговорка: «Дай им крупинку золота с булавочную головку, и они, расплющив её, покроют этим золотом статую конного всадника». Действительно, окончательной продукцией золотобойцев считаются листы золота весом в 0,02 Г, толщиной в тысячные доли миллиметра и площадью в 100 кв. м. Прикоснуться к такому листку золота нельзя. Он рассыпается в мелкую золотую пыль. Этой золотой пылью золотят багет и дерево, идущее для украшений; золотой пылью как краской делают различные надписи, золотят отличительные знаки для военных мундиров, знамён и делают золотые тиснёные узоры и надписи на переплётах книг.

За год обычно артель золотобойцев перерабатывает около 2 кг золота. По объёму такой кусок золота не больше туалетного мыла. Умелые руки золотобойцев из него выковывают золотые листы общей площадью свыше 1000 кв. м. Таким золотом можно покрыть уже не одну конную статую и с избытком оправдать старинную поговорку.

Закалка и отпуск стали

Твёрдость тела очень часто зависит и от предварительной обработки его. Можно очень простым опытом определить, как изменяется твёрдость стали в зависимости от её обработки.

1. Два куса одинаковой стальной проволоки нагреть на пламени газа или примуса до красного каления. Один кусок охладить медленно, выводя его из пламени или уменьшая последнее; другой кусок раскалённым бросить в холодную воду. Это и будет «закалкой» стали¹.

После остывания проверить твёрдость обоих кусков. Отметить, какой кусок станет мягче, какой — твёрже.

¹ Для закалки брать воды побольше; при опыте беречь себя от ожогов!

2. Для того чтобы закалённая сталь стала пластичной и её легче было обрабатывать, сталь «отпускают»: нагревают до красного каления, держат при этой температуре некоторое время (от 30 минут до трёх часов) и охлаждают на воздухе. Чем выше была температура нагрева стали (температура отпуска), тем мягче после отпуска получается сталь.

Изменение твёрдости меди — «гартование меди»

Кусок медной проволоки нагреть докрасна и затем медленно охладить. При сгибании такая проволока легко согнётся.

Совсем другое получится, если проволоку распрямить и частыми короткими ударами маленьким молотком проковать на ней участок длиной в несколько сантиметров. После такой обработки, которая носит название «гартование», медная проволока будет сгибаться только по краям прокованного участка. Сам же прокованный участок станет более твёрдым и легко сгибаться не будет.

Вопросы на догадку

1. Почему резцы не изготавливают из дешёвостоящего стекла, твёрдость которого равна твёрдости дорогостоящей инструментальной стали?

2. Почему для шлифования твёрдой закалённой стали пользуются мягким шлифовальным кругом, а при обработке мягкой стали — твёрдым кругом?

О ДЕФОРМАЦИЯХ

Если сжать в руке резиновую губку, ясно почувствуешь, как внутренние силы резины будут противодействовать сжимающей силе руки.

Растяжение, сжатие и всякие другие изменения формы тела называются «деформациями». Сопротивление деформированию у различных тел различно.

1. Осторожно согните между пальцами лезвие безопасной бритвы и, согнув, отпустите пальцы. Заметьте, что произойдёт с лезвием. Опыт повторите несколько раз. Сталь очень упруга.

2. Согните медную проволоку и отпустите её. Примет ли медная проволока свою первоначальную форму? Заметьте это. Медь не упруга.

3. Возьмите кусок сырой глины, замазки, теста. Сжимайте кусок. Заметьте, что происходит. Глина является одним из главных материалов, употребляемых человеком с давних времён для лепки, изготовления посуды, лепных украшений и т. п. Глина пластична: сохраняет любую форму, какую ей придадут.

Упругие и остаточные деформации

Если после деформации тело восстанавливает свою прежнюю форму, то такие деформации называют упругими.

Если же после деформации тело остаётся изменённым по форме, то такие деформации называют остаточными.

Все деформации можно свести к следующим основным видам:

А. Растяжение. Сила в этом случае действует на тело, стремясь растянуть его. Цилиндрическая палочка, сделанная из пластилина или теста, при значительном растяжении утончается и, превратившись в нить, разрывается. Такой разрыв при растяжении может произойти и со стержнем любого металла.

Б. Сжатие. При сжатии сила направлена внутрь тела. Под действием таких сил тело сдавливается, уплотняется. Кубик, сделанный из пластилина, теста, хлебного мякиша или глины, при большом сжатии расплющивается. Сжатие подвергаются фундаменты зданий, ножки стульев, столов и т. п.

В. Сдвиг или срез. Так называется деформация, при которой один слой как бы сдвигается по отношению к соседнему с ним слою. Если материал не выдержит сдвигающей силы, произойдёт разрушение. Такого сдвига могут, например, не выдерживать заклёпки, болты, скрепляющие детали машин или швы у каких-либо конструкций. При разрушающем сдвиге они окажутся как бы срезанными.

Г. Кручение. Кручение в значительной степени сходно с предыдущей деформацией — сдвигом. Только при кручении происходит в теле круговой сдвиг одного слоя по отношению к соседнему. Кручению, например, подвергаются ось рулевого колеса автомобиля, стержень болта, когда на него навинчивают гайку, стержневая часть винта и пр.

Д. Изгиб. Это наиболее часто встречающаяся деформация. Всякое сгибание стержня, балки, доски есть уже деформация изгиба, или продольная (например, сгибание палки, воткнутой одним концом в землю, силой, действующей вдоль её

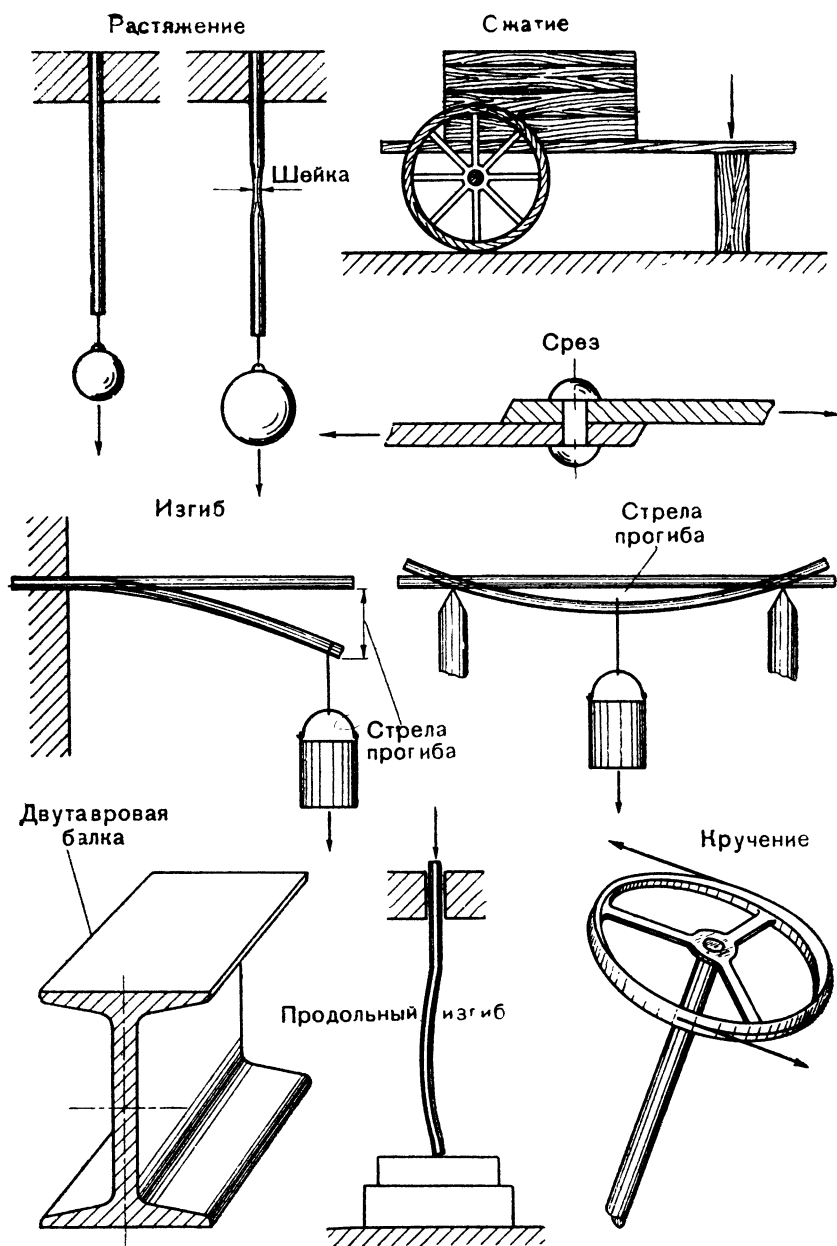


Рис. 78. Виды деформаций.

оси), или поперечная (провисание балки, укрепленной одним или двумя концами в горизонтальном положении). Изгиб хорошо наблюдать на тонких досках — тесинах, сложенных одна на другую. Выступающий конец одной из таких тесин часто привлекает ребят покататься на нём. Каждый отдельный взмах такой качающейся тесины зависит от её упругости. Если же тесину укрепить по обоим концам, например уложить её концами на подставки, середина тесины прогнётся сама собой под действием собственного веса. Если тесину в таком положении перегрузить, она ломается посередине. Величина прогиба для каждого материала зависит от длины тела, формы его поперечного сечения и величины нагрузки.

Практическое изучение изгиба

Тонкую масштабную линейку, подлиннее, положить концами на две опоры. На линейку подвесить груз так, чтобы его можно было по ней передвигать. Вначале груз расположить посередине линейки. Отметить величину прогиба линейки, поставив вертикально за установкой другую масштабную линейку. Расстояние от горизонтали, на которое отойдёт при своём изгибе нагруженная линейка, называется «стрелой прогиба». Вычислите стрелу прогиба в вашем опыте, увеличивая груз вдвое, втрое. Запишите, как изменяется стрела прогиба от величины нагрузки.

Этот же опыт сделайте, сдвинув опоры ближе к середине, т. е. укоротив свободную часть лежащей линейки.

Сделайте выводы.

Не передвигая опор и не меняя веса груза, передвигайте последний вдоль линейки и отметьте, при каком положении нагрузки стрела прогиба будет наибольшая.

Двухавровая балка. Рельс

Сгибая в кольцо тонкую ветку ветлы или ракитника, можно заметить, что разные поверхности ветки будут испытывать при сгибании различные деформации, а именно: в то время как наружная поверхность ветки испытывает растяжение, внутренняя её поверхность испытывает сжатие. Часто заметно бывает, как от сжатия кожица внутренней поверхности ветки собирается в складки.

Если такую ветку, оборвав листья, проткнуть насквозь штопальными иглами на одинаковых расстояниях одна от другой, так, чтобы концы иглол торчали с двух сторон ветки (см. рис. 79), и потом снова сгибать ветку в кольцо, верхние концы иглол разойдутся, указывая на растяжение, нижние же концы иглол от сжатия будут сходиться.

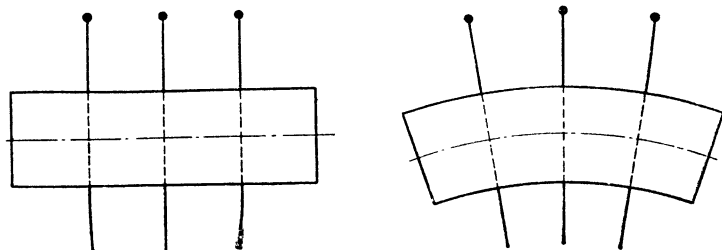


Рис. 79. Нейтральная линия.

При всяком изгибе тела только средняя часть его не испытывает изменения и остаётся, как принято говорить, «нейтральной». Поэтому, в целях экономии металла, различным стержням, балкам придают такую форму, при которой средняя часть балки имеет незначительную толщину в сравнении с её верхней и нижней поверхностью.

При помощи вычислений и многократной практической проверкой было установлено, что балки, имеющие сечение в форме двух печатных букв Т (тавро) — двутавровые балки, — отличаются наибольшей прочностью при наибольшей экономии идущего на них материала.

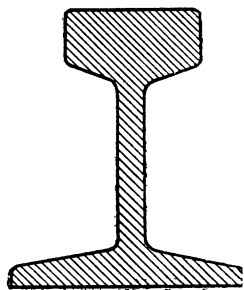


Рис. 80. Рельс (сечение)

Применение таких двутавровых балок получило очень широкое распространение. Если присмотреться к форме, какую имеют железнодорожные рельсы в своём сечении, то окажется, что это сечение сходно с сечением двутавровой балки. Рельсы приспособлены выдерживать большую нагрузку тяжёлых поездов. Под действием этой нагрузки рельс деформируется — подвергается изгибу.

Об упругости

Способность вещества восстанавливать свою форму после того, как нагрузка снята, называется упругостью этого вещества. Большой упругостью обладает сталь. Употребление стальных перьев для письма основано на упругости стали. Особенно упруга сталь, идущая для изготовления шариков в подшипниках. Всякий знает, как такие шарики высоко подпрыгивают при ударе обо что-нибудь твёрдое: пол, камень, асфальтовый тротуар.

Если посыпать пол мукой или мелом, то можно наблюдать следующее: при слабом ударе шарик оставляет след в виде чуть заметного круглого пятнышка. Если же шарик бросать всё с большей и большей высоты, размеры этого пятнышка сильно увеличиваются. Увеличивается сила удара, увеличивается и след шарика на полу в виде уже ясно заметного круглого пятна.

Происходит это от того, что при ударе шарик деформируется, слегка вминается. Чем сильнее удар, тем сильнее вминается шарик. Простым глазом вмятину шарика в месте удара не заметишь. После удара шарик сейчас же восстанавливает свою форму, выправляется, и от действия своих упругих внутренних сил подскакивает вверх.

Упругость может быть обнаружена в таких телах, в которых мы этого обычно и не предполагаем; например, в стекле, в мякише чёрного хлеба, в бумаге. Это доказывают следующие опыты.

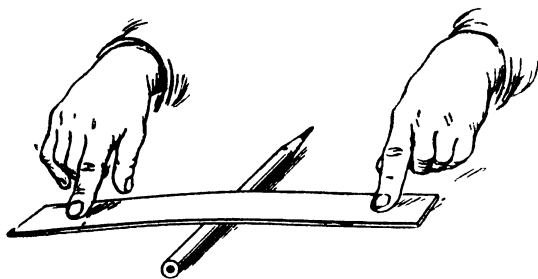


Рис. 81.

1. Узкую полоску оконного стекла или стеклянную трубочку опереть на круглую палочку. Затем, нажимая на концы обеими руками, легонько гнуть стекло, время от времени отнимая руки. Следить, что происходит со стеклом (рис. 81).

2. Если вылепить из мякиша чёрного хлеба фигурку с шестью выступами (рис. 82) и бросить её с силой на пол, она подскочит, на вид не изменив своей формы.

Если же посыпать стол или пол тонким слоем муки или мела и на него снова с силой бросить фигурку, то по приставшей к ней муке можно убедиться, что фигурка при ударе сжимается и соприкасается со столом не только своими выступами, но и углублениями, а затем, отскочив от стола, восстанавливает свою форму.

Упругость бумаги

Полоску бумаги свернуть в виде плоской пружины (рис. 83). При лёгком надавливании на стол такая пружина высоко подскакивает и раскручивается. Невозможно удержать бумагу скрученной, если её не перевязать. Так, свёрнутая в трубку газета или тетрадь развёртывается, если её не перевязать поперёк трубки верёвкой.



Рис. 82.

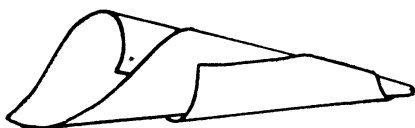


Рис. 83.

Самодвижущаяся бумажная гусеница — «бумажный танк»

Так называется игрушка, которую нетрудно сделать самому. Движение бумажной гусеницы может быть объяснено только упругостью бумажной ленты, из которой она сделана.

Из плотной бумаги вырезать полосу длиной 40—50 см и шириной 8—12 см. Отступая от каждого края полосы на 0,5—1 см, начертить на ней 34—36 линий. Эти линии должны быть на одинаковом расстоянии одна от другой. Заштриховать и вырезать заштрихованные участки в полосе, как указано на рисунке 84. Концы ленты склеить, получится кольцо. Если положить такую бумажную гусеницу на гладкую поверхность и подуть на неё сзади, бумажный танк двинется.

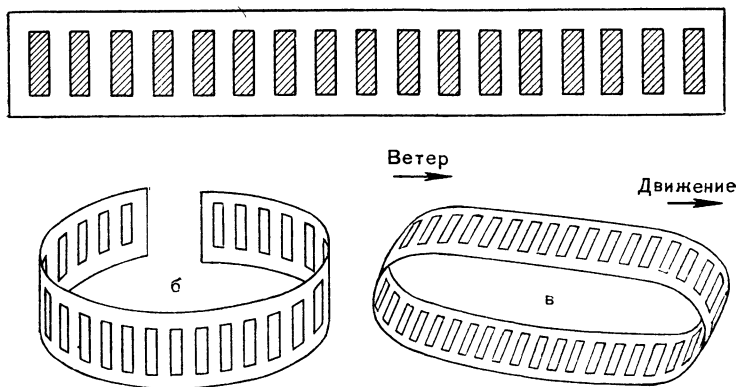


Рис. 84. Самодельный бумажный танк:

а — полоска бумаги с заштрихованными участками; *б* — заштрихованные участки вырезаны; *в* — полоска склеена — танк готов.

Упругость дерева

Большой упругостью обладает только молодое, сырое дерево. Таковы, например, ветви ивы, тополя, ракитника. Сухое дерево мало упруго и при сгибании быстро ломается. Оно хрупко.

При изготовлении полозьев саней, дуг, лыж, бамбуковых частей бумажного змея или модели самолёта приходится гнуть и старое сухое дерево. Для этого поступают следующим образом.

Деревянный брусок, который надо согнуть, кладут в кипящую воду и некоторое время его «парят». После такой парки дерево становится гибким. Если его согнуть, связать согнутым, оно так и останется согнутым после высыхания.

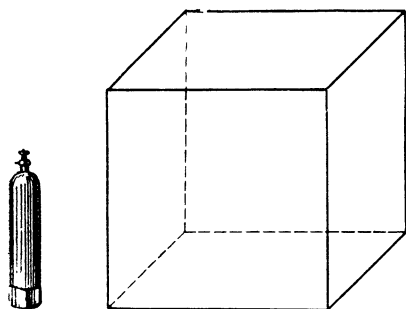


Рис. 85. Баллон со сжатым газом и объём, который займёт этот газ, если его выпустить в атмосферу.

Упругость воздуха

Все газы, в том числе и воздух, при изменении объёма наруживают большую упругость.

Сжать газ нетрудно, например, в велосипедном насосе. Газ при сжатии уменьшает свой объём и вследствие своей упругости увеличивает давление на стенки сосуда, в котором он находится. Вот почему сжатый газ хранят в прочных баллонах (рис. 85).

С упругостью газов можно познакомиться, произведя ряд простых опытов со сжатием воздуха.

1. Согнуть под углом стеклянную трубку. Ввести в неё большую каплю подкрашенной воды или чаю. Придать трубке такое положение, чтобы жидкость собралась в сгибе. Один конец трубки закрыть пальцем, в другой вдуть слегка воздух. Вдуваемый воздух давит на каплю жидкости и перемещает её. При этом сдавливается и воздух в закрытом колене. Объём его уменьшается. Если перестать дуть в трубку, то объём воздуха в закрытом колене станет увеличиваться и капля начинает двигаться в обратном направлении.

Картофельный пистолет

2. Вырезать из картофеля пластинку. Недлинную стеклянную или металлическую трубочку погрузить сначала одним концом, потом другим в картофель так, чтобы оба конца стеклянной трубочки закупорились картофельными пробками. Тонкой деревянной палочкой быстро вдвигать одну из пробок внутрь трубочки. Продвигая одну пробку внутрь трубки, другую пробку можно заставить с шумом вылететь (рис. 86).

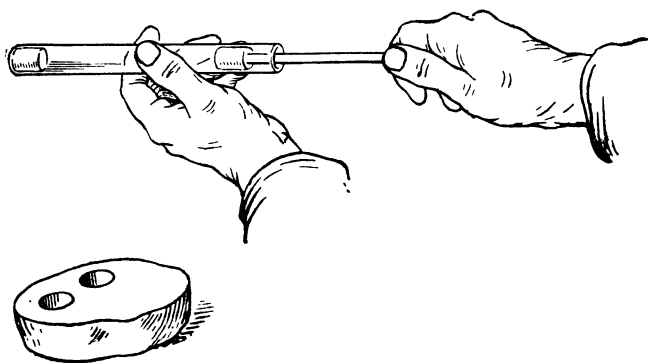


Рис. 86. Картофельный пистолет.

3. Налить бутылку поплнее водой так, чтобы вода стояла выше её краёв, «бугорком». Попытаться закупорить пробкой эту бутылку.

Сделать это нелегко, так как сжать воду под пробкой не хватит сил человека. Если же под пробкой будет небольшое коли-

чество воздуха, — закупорить бутылку пробкой не составит труда. Почему?

4. Взять бутылку с широким горлышком, например из-под молока. Подобрать пробку, чтобы она свободно проходила в горлышко. Положить бутылку на стол горизонтально, горлом к краю, или держать её рукой перед собой. Вложив пробку в горлышко бутылки, вдунуть посильнее пробку внутрь бутылки. Пробка вылетает из бутылки. Объяснить явление.

5. Положив одну ладонь на другую и прижав их, можно почувствовать, как оставшийся между ладонями воздух пружинит.

При внезапном расширении сжатого воздуха слышится всегда хлопок, как при аплодисментах.

Вопросы

1. Благодаря каким свойствам резины и воздуха мяч при ударе о землю подскакивает вверх?

2. Почему прорванный мяч не подпрыгивает?

3. Почему по тонкой доске трудно переходить ручей?

4. На чём основана стрельба из лука?

5. Почему рожь может клониться «спелым колосом почти до земли» и при этом не ломать стебля?

Прочность конструкции

Спичечная коробка делается из очень тоненьких, легко ломающихся щепочек, но форма, которая придана спичечной коробке, во много раз увеличивает её прочность.

Попробуйте сломать полную спичечную коробку, зажав её между ладонями рук. Для этого нужна сила в несколько килограммов. Ещё труднее раздавить спичечную коробку, если её поставить на малую грань. Для этого нужна сила около 10 килограммов.



Рис. 87. Яйцо в руке.

Невозможно силой рук раздавить яйцо, если его сжать в положении, указанном на рисунке, хотя тонкость и хрупкость яичной скорлупы всем хорошо известны.

Разрушение материала происходит под действием такой силы, которая превышает его **прочность**. Прочность материала бывает различной. Например, для железа разру-

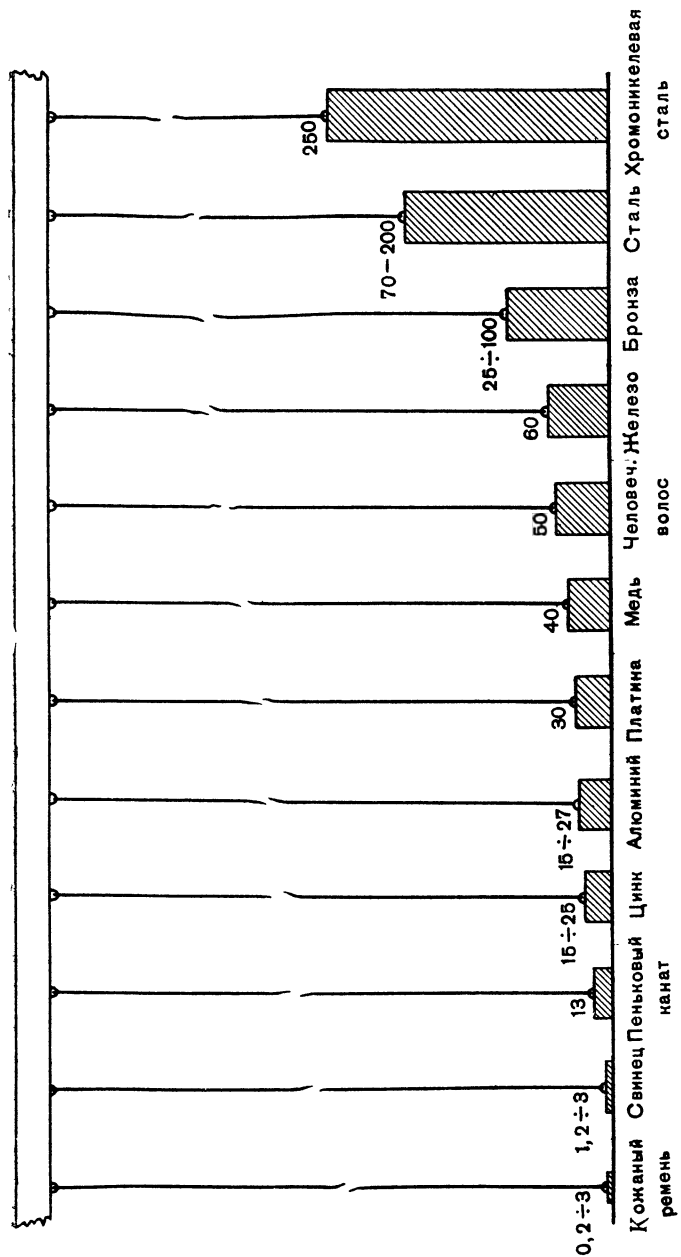


Рис. 88. Таблица предельных нагрузок (в килограммах), вызывающих обрыв нити из указанных материалов при площади её сечения в 1 мм².

шающая сила при растяжении равна $4700 \frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$; для стали в зависимости от сорта она может доходить до $10\,000 \frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$. Определённая форма, приданная конструкции, может во много раз увеличить её прочность. Так, в строительном деле кладка «сводом» при однородном строительном материале считается наиболее прочной конструкцией.

1. Если из полосы плотной бумаги склеить коробку по форме, указанной на рисунке 89, и класть на такую коробку груз, то коробка прогнётся даже от очень небольшого груза. Если же

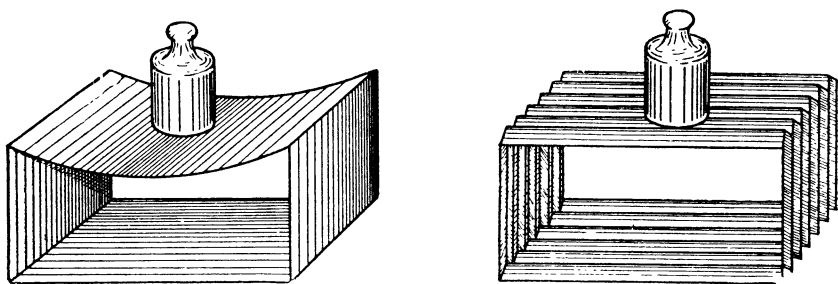


Рис. 89. Рёбра жёсткости.

коробку сделать из бумажной полосы, сложенной предварительно в «гармошку», прочность коробки возрастёт во много раз. «Рёбра жёсткости» увеличат прочность конструкции. Проверьте это на опыте.

2. Обратите внимание, как устроен бумажный футляр, в котором продают электрические лампочки. Объясните назначение его внутренних рёбер.

3. Вырежьте полоску бумаги в 15 см длиной и в 3—4 см шириной. Положите эту полоску концами на две спичечные коробки так, чтобы получился бумажный мост. Следите, как через некоторое время полоска провиснет от собственного веса даже без всякой нагрузки. Согните эту же полоску желобком и снова опирайте её концами на спичечные коробки. Проверьте, прогнётся ли теперь полоска, если на её середину даже положить небольшой груз, например монеты?

4. Особой прочностью отличаются конструкции трубчатой формы; например, велосипедная рама очень прочна, потому что состоит из трубок. Стебли злаков, стволы бамбука, трубчатые кости животных отличаются очень большой прочностью.



Рис. 90.

Трубчатые сосуды в листьях растения Виктория-регия обеспечивают прочность гигантским листьям этого растения, поэтому они, плавая на поверхности воды, способны выдержать груз шестилетнего ребёнка (рис. 90).

Проверьте прочность трубчатой формы на следующем опыте: лист бумаги, размерами в страницу тетради, уложите плашмя на двух опорах. Грузите на лист небольшие монеты в 1—2 копейки.

Определите, при какой нагрузке в граммах лист начнёт прогибаться. Этот же лист бумаги свернуть в трубочку, перевязать или заклеить по краям и снова концами опереть на две опоры, как и в предыдущем опыте.

Грузить теперь трубку монетами, как указано на рисунке 91. Определить нагрузку в граммах, которая вызовет прогиб трубки. Результат сравнить с результатом предыдущего опыта.

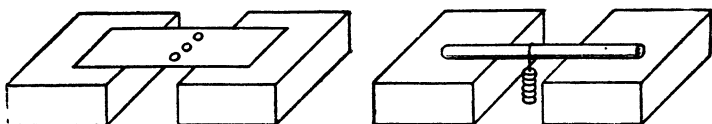


Рис. 91.

Если вещество имеет волокнистое строение, то прочность его зависит от направления действия разрушающей силы по отношению к направлению волокон. Это можно проверить на примере древесины. Почему полено дров или лучину легче расколоть вдоль волокон и трудно расколоть поперёк волокон? Только потому, что прочность древесины в этих двух направлениях неодинакова и в направлении перпендикулярном к длине волокон прочность древесины наибольшая. Замечается это у большинства растительных волокон. Закручивание одного волокна вокруг другого увеличивает прочность этих волокон. На этом основано прядение хлопка, льна, шерсти. Прядение увеличивает не только длину нити, но и повышает её прочность на разрыв. Всякий знает, что некручёная штопальная нитка легче рвётся, чем кручёная швейная нитка. Прочность каната зависит не только от числа его отдельных долей, свитых вместе, но и от того, как крепко свита каждая из этих долей в отдельности.

Наибольшей прочностью отличаются различные стальные тросы, состоящие из нескольких стальных свитых вместе проволок.







Михаил Васильевич Ломоносов (1711—1765).

Все тела состоят из мельчайших частичек. Эта мысль высказывалась учёными ещё в глубокой древности.

Михаил Васильевич Ломоносов, гениальный русский учёный XVIII века, один из первых глубоко и серьёзно занялся изучением внутреннего строения вещества.

По его предположению, каждое вещество состоит из первоначальных (т. е. простейших) частичек, обладающих теми же свойствами, которые мы можем наблюдать и у самого вещества.

Ломоносов называл эти частички тела «нечувствительными», желая отметить, что благодаря их чрезвычайно малым размерам их невозможно видеть даже при помощи каких-либо микроскопов или иных приспособлений.

В настоящее время наука подтвердила правильность этих взглядов М. В. Ломоносова. Многие его высказывания соответствуют современным представлениям о строении вещества. Первоначальные частицы Ломоносова современные учёные называют «молекулами», что значит «маленькая масса», а те частицы, которые Ломоносов называл «элементами», в настоящее время учёные называют «атомами».

Из атомов построены молекулы. Свойства молекул совпадают со свойствами физического тела, которое из этих молекул состоит. Но разделённая на атомы, молекула уже теряет свои свойства. Так, молекула воды по своим химическим свойствам — вода. Но если молекулу воды разделить на составляющие её атомы, то последние никакого сходства с водой иметь не будут. Это будут атомы химических элементов: водорода и кислорода. Долгое время учёные думали, что атомы-то и есть самые простейшие частицы, из которых может быть построено то или иное вещество.

За последние десятилетия путём сложных опытов удалось атом разделить на части. Этим был положен конец предположению о неделимости атома и было установлено, что сам атом может иметь очень сложное строение.

Разделить атом на части, освободить и использовать его внутреннюю энергию — дело очень сложное. Это можно произвести только в хорошо оборудованных научных лабораториях.

О размерах молекулы

Молекулы очень малы, они не видимы простым глазом.

Всё же путём математических вычислений можно довольно точно определить и диаметр молекулы, и число их в определённом объёме. Так, например, подсчитано, что в 1 куб. сантиметре воды содержится 34 000 000 000 000 000 000 000 молекул.

В среднем диаметр одной такой молекулы не превышает 0,1—0,5 миллимикрона. По окружности напёрстка можно в ряд уложить более 100 миллионов молекул воды.

Если толщину человеческого волоса (0,05 мм) увеличить в миллион раз, то диаметр волоса станет равным 50 метрам. Длина спинки комнатной мухи (0,7 см) при таком увеличении вырастет до 7 километров, а молекула воды по своим размерам при увеличении в миллион раз сравняется только с величиной точки обычного типографского шрифта.

Прodelайте следующие интересные измерения, чтобы лучше представить себе величину молекул.

1. Щепотку манной крупы высыпьте на клетчатую бумагу. При помощи острого иголки уложите в ряд на длине одного сантиметра крупинки манной крупы. В лупу проверьте, плотно ли уложились у вас крупинки. Сосчитайте, сколько отдельных крупинок умещается у вас на длине одного сантиметра. Каждая крупинка в миллион раз больше своей молекулы. Сколько молекул приблизительно уложили вы в ряд? Чему равен диаметр каждой такой молекулы?

2. Масло, нефть способны растекаться по воде, образуя очень тонкую плёнку.

Налейте воды в стакан, предварительно измерив площадь его сечения. С конца иголки или пипеткой капните на воду каплю какого-нибудь масла. Если принять, что объём взятой вами капли масла равен 1 мм^3 и эта капля ровным слоем разлилась по поверхности воды, то можно вычислить толщину этого слоя.

Прodelайте вычисления. При толщине слоя в 0,5 миллимикрона можно принять, что слой масла на воде состоит только из одного ряда молекул и диаметр молекулы равен толщине слоя.

3. Способность тел делиться на части чрезвычайно велика. Так, например, присутствие поваренной соли в воде обнаруживается даже тогда, когда одна весовая часть её растворена в 10 миллионах таких же частей воды. Малые количества соли в растворе можно обнаружить в воде и на вкус. Некоторые люди обладают повышенной чувствительностью вкусовых нервов. Таковы «дегустаторы», определяющие по вкусу сорта вин, чая.

Проверьте на себе, при каком наименьшем количестве соли по весу на кубический сантиметр воды вы сможете обнаружить присутствие соли в растворе по вкусу.

Для этого растворяйте:

1) 1 г соли в 1 л воды, что даст пропорцию 1 : 1000; 2) к 1 см^3 такого раствора добавьте 9 куб. см воды, что даст 1 : 10 000; 3) к 1 см^3 этого раствора снова прибавьте 9 куб. см воды, что даст 1 : 100 000.

Задача

Сколько времени понадобится для того, чтобы подсчитать все молекулы, содержащиеся в кубическом сантиметре воды, если каждую секунду отсчитывать по 3 миллиона молекул?

Об атоме

Все тела состоят из бесчисленного множества молекул. Каждая молекула состоит из атомов. Число атомов в молекуле различных веществ различно. Есть молекулы, состоящие из 1—2 атомов, а есть такие молекулы, число атомов в которых превосходит несколько тысяч. Так, например, молекула гемоглобина — красящего вещества нашей крови — состоит из 14 000 атомов.

Проверьте опытным путём, легко ли разделить тело на атомы?

В листочке бумаги весом в 1 г содержится приблизительно 100 000 000 000 000 000 000 атомов тех веществ, из которых состоит бумага.

Вырежьте квадрат из бумаги и, подрезая, доведите его вес до 1 г. Вес проверьте взвешиванием, после чего приступайте к разделению квадрата бумаги на части.

Для этого ножницами разрежьте квадратик бумаги надвое, каждую половинку ещё надвое и т. д.

Рассчитано, что если кусочек бумаги весом в 1 г разрезать 80 раз пополам, то полученная при последнем делении частичка будет уже равна атому.

Проверьте, сможете ли вы разрезать квадратик бумаги весом в 1 г 80 раз пополам? Как далеки вы в своём опыте от того, чтобы разделить тело на атомы?

Почему тела не рассыпаются на молекулы

Несмотря на то, что все тела состоят из отдельных молекул и молекула состоит из отдельных атомов, разделить тело на эти элементарные частицы очень трудно. Не всякое тело легко разделить и на более крупные части.

Чем это можно объяснить?

Только тем, что между молекулами тела действуют силы, которые удерживают одну молекулу около другой. Эти силы называют силами сцепления, если они действуют между однородными молекулами, и силами прилипания, если силы действуют между молекулами различных тел.

Силы, удерживающие одну молекулу воды около другой молекулы воды, — силы сцепления.

Силы, удерживающие молекулы воды около молекулы стекла, — силы прилипания.

Кусок металла руками очень трудно разломить: силы сцепления между частицами металлов очень велики.

1. Твёрдый свинец легко режется ножом. Разрежьте ножом свинцовую plombу. Постарайтесь получить очень ровный срез. Сдавите руками два разрезанных куска plомбы свежими срезами друг к другу. Вы увидите, что разрезанные куски plомбы как бы пристают один к другому. Силы сцепления между молекулами у свинца очень велики.

2. Чистые, хорошо отшлифованные стёкла тоже могут крепко пристать одно к другому своей поверхностью под действием сил сцепления. Поэтому при хранении и упаковке оконных стёкол их прокладывают бумагой, стружкой и тому подобным материалом.

Особенно большие силы прилипания обнаруживаются между стеклом и водой, клеем и бумагой, сахарным сиропом и бумагой и т. п.

3. Две пластинки чистых стёкол положите одна на другую, слегка сдавите и затем попробуйте пластинки разнять. Заметьте усилие, которое затрачивается при отделении пластинок.

Между этими же пластинками поместите каплю воды. Дайте ей распространиться между поверхностями стёкол тонким ровным слоем. Попробуйте разнять пластинки, не сдвигая их. Обратите внимание на величину усилия, которое потребуется при отделении пластинок в этом случае; сравните его с усилием в первом случае.

Присутствие воды между частицами таких тел, как мука, глина, песок, увеличивает прилипание этих частиц одна к другой, ведёт к образованию из муки, глины, цемента липкого пластического теста.

Силой прилипания в большей степени обладают молекулы, расположенные на поверхности тела.

При дроблении тела на части общий объём тела и масса тела остаются неизменными, но поверхность тела увеличивается. Большее число молекул получает при этом возможность прилипания.

Этим объясняется то, что многие тела, размельчённые в порошок: кофе, какао, мука, мел — пачкают платье, руки сильнее, чем те же тела, взятые в кусках.

В настоящее время широко применяется окрашивание зданий, стен, материй при помощи особых насосов-гидропультов,

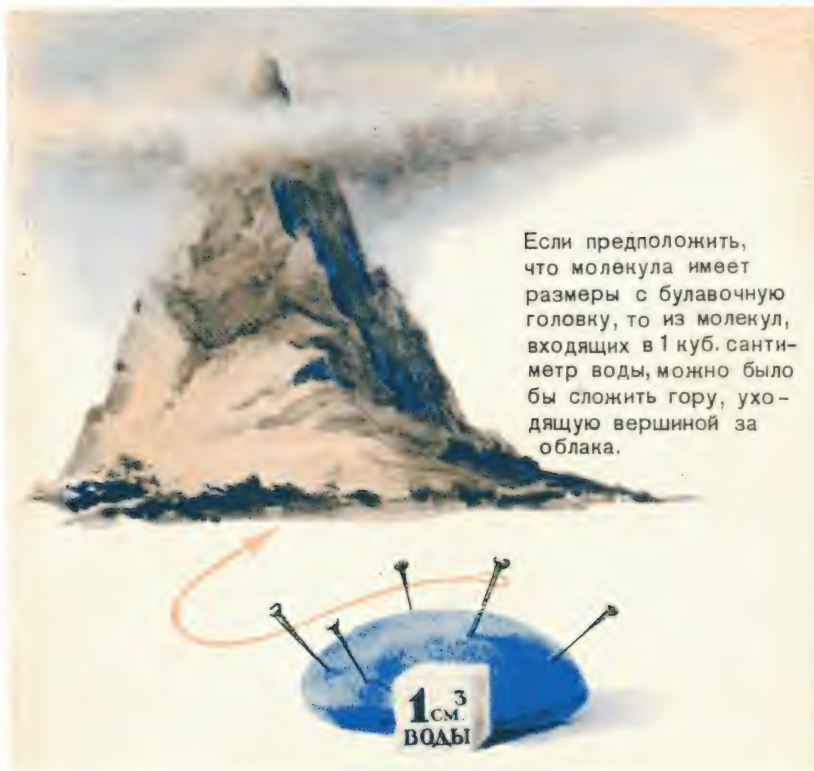


Рис. 92. Трудно идти на лыжах по липкому снегу!

разбрызгивающих жидкую краску. При таком окрашивании прилипание краски получается прочнее, краска ложится слоем более ровным и самой краски на окрашивание уходит меньше.

Вопросы

1. Почему во время купания или мытья головы волосы слипаются?
2. Почему стог сена не промокает под дождём и внутри остаётся сухим?
3. Почему мелом можно писать на классной доске?
4. Почему чернилами можно писать по бумаге только в том случае, если бумага не промасленная?
5. Отчего руки у трубочиста черны, а у мельника белы?
6. Почему вода скатывается с гуся?
7. Почему в сухую погоду дорожка пылит, а в мокрую — колёса грязнит?



34 000 000 000 000 000 000 000 000



Молекулярное строение тел.

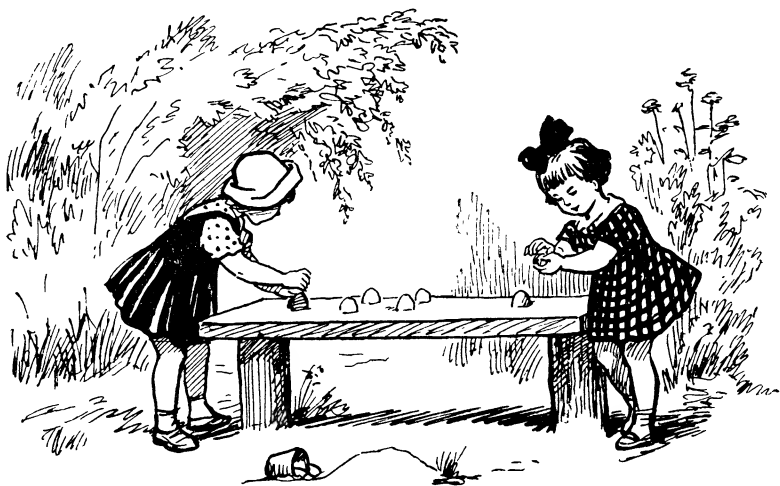


Рис. 93. Почему «пирожки» хорошо лепить из песка сырого, а из сухого они рассыпаются?



Рис. 94. Почему «снежки» и «снежные бабы» легче лепить в дни оттепели, а не при сильных морозах?

Задача-опыт

Для того чтобы убедиться, как увеличивается поверхность тела при делении его на части, проделайте следующий опыт с небольшими вычислениями:

1. Из глины или мыла вырежьте правильный кубик объёмом в 1 *куб. см*. Подсчитайте в квадратных сантиметрах, чему равна вся поверхность такого кубика.

2. Разрежьте кубик так, чтобы из него получить 8 маленьких равных кубиков с ребром в 0,5 *см*. Подсчитайте, чему равна поверхность каждого маленького кубика в квадратных сантиметрах и чему стала равна общая их поверхность.

Если 1 *куб. см* разделить на малые кубики с ребром не в 0,5 *см*, а в 0,01 *см*, то таких кубиков получим один миллион. Поверхность каждого малого кубика будет равна:

$$0,01 \times 0,01 \times 6 = 0,0006 \text{ кв. см.}$$

Общая поверхность всех малых кубиков будет равна:

$$0,0006 \times 1\,000\,000 = 600 \text{ кв. см.}$$

3. Во сколько раз увеличилась поверхность тела при делении его на части в проделанном вами опыте и в приведённом примере?

Чтобы нагляднее представить увеличение поверхности тела (1 *куб. см*), вырежьте из бумаги квадратики площадью, равной:

1) общей поверхности 1 *куб. см*,

2) общей поверхности 8 кубиков с ребром 0,5 *см*.

Сравните между собой площади вырезанных квадратов.

Расположение молекул в теле

Как молекулы расположены в теле?

Лежат ли они тесно одна около другой или одна молекула от другой находится на некотором расстоянии?

Разобраться в этом вопросе помогут следующие опыты и наблюдения.

1. Если положить кусок сахара или кусок сухого кирпича в стакан с водой, то поверхности как кирпича, так и сахара покрываются пузырьками воздуха.

2. Если быстро погрузить под воду губку или пробку и сильно сжать их под водой, из них выделится очень много пузырьков воздуха.

Откуда взялся воздух?

Необходимо предположить, что воздух до опыта находился и в куске сахара, и в губке, и в кирпиче и располагался он в них между частицами самого тела. При погружении этих тел в воду вода вытесняет воздух, и он пузырьками выступает на поверхность тела.

Можно подсчитать, какой приближённо объём занимает воздух в таком, например, теле, как сухой кирпич.

3. Для этого опыта надо подобрать кирпич, измерить его объём и хорошенько просушить на солнце или даже в печке.

Взвесьте сухой кирпич. Вес и объём сухого кирпича запишите. На ночь положите кирпич в ведро с водой. Утром взвесьте кирпич снова.

Излишек в весе сырого кирпича в сравнении с кирпичом сухим приходится на долю воды, которая вытеснила из кирпича воздух и заняла его объём.

Примем, что объём воды равен объёму воздуха, вытесненного из кирпича водой.

Чему же равен объём воздуха, заполнявшего поры сухого кирпича? Сумеете ли выразить этот объём воздуха в процентах от общего объёма кирпича?

4. Погрузите в воду кусок мела, древесного угля, кусок какого-нибудь металла. Пронаблюдайте, выделяются ли на поверхности этих тел пузырьки воздуха? У каких тел больше, у каких меньше?

Возможно ли сжать тело?

Попробуйте сжать в руке губку, мякиш хлеба, кусок сырой глины, комок земли.

Почему сжимаются эти тела?

Можно ли было сжать их, если бы молекулы в каждом из этих тел лежали вплотную одна к другой?

Оказывается, любое тело можно сжать. Только одни тела сжимаются легко, другие для сжатия требуют очень большой силы.

Отсюда можно сделать вывод, что молекулы в теле расположены на некотором расстоянии одна от другой.

Движение молекул

Двигутся ли молекулы в теле или они неподвижны?

На этот вопрос можно ответить, проведя некоторые наблюдения и следующие несложные опыты.

1. Если муку, не отсеянную от отрубей, всыпать в стеклянную банку и дать ей несколько дней постоять спокойно, то можно заметить, как отруби сами собой поднимутся на поверхность муки и наверху расположатся заметным отдельным слоем.

Для того чтобы собрать с молока сливки, молоко не мешают, а дают ему «отстояться». Частицы, из которых состоят сливки, сами собой поднимутся кверху и на поверхности молока образуют слой сливок.

2. Если в стакан с небольшим количеством воды бросить кусочек химического карандаша, последний будет в воде растворяться и окрасит воду. Сначала окраска как облачко будет заметна только в слоях воды, непосредственно прилегающих к кусочку карандаша, если же стакан оставить стоять спокойно несколько дней, то вся вода сама собой примет окраску карандаша.

Поставьте этот опыт и подсчитайте, через сколько дней частицы химического карандаша сами собой полностью смешаются с частицами воды.

Перемешивание молекул одного вещества с молекулами другого происходит и тогда, когда на глаз это незаметно.

3. Прodelайте следующий опыт: налейте холодной кипячёной воды в равных количествах в три чашки или стакана. В воду каждой чашки положите по куску пилёного сахара. Куски сахара постарайтесь подобрать одинаковыми по объёму.

В первой чашке помешайте воду чайной ложечкой и попробуйте на вкус. Вся вода в этой чашке будет одинаково сладкая. Помешивая ложечкой, вы помогли частицам сахара перемешаться с частицами воды.

Из второй чашки возьмите осторожно ложечкой воду с верхнего слоя и тоже попробуйте на вкус. Она не будет ещё сладкой. Отпивая осторожно воду из этой чашки, можно определить, на какой глубине сахар уже растворился.

Третью чашку, не мешая в ней воду, поставьте на сутки в спокойное место. Возьмите осторожно пробу воды на вкус из этой чашки с верхнего слоя воды в начале опыта и вторую пробу через сутки. Что произошло? Как вы объясните это явление?

Все указанные здесь явления дают возможность сделать вывод, что молекулы тела способны к самостоятельному движению. Такое взаимное проникновение молекул различных веществ называется «диффузией». Диффузия наблюдается и в газах, и в жидкостях, и в твёрдых телах.

Распространение дыма в спокойном воздухе, распространение запаха бензина, духов или другого пахучего вещества на большое расстояние по воздуху объясняется явлением «диффузии».

Если два металла, например медь и олово, соприкасаясь своими поверхностями, попадут под большое давление, то с течением времени резкой границы между этими металлами не будет. Молекулы меди проникнут в олово, а молекулы олова будут «диффундировать» (проникать) в медь.

Явление диффузии является одним из важнейших доказательств того, что молекулы в телах не неподвижны, а находятся в движении.

Скорость движения молекул в различных веществах различна. Так, молекулы эфира в воздухе имеют большую скорость, чем молекулы воды, или растительного масла. Про такие вещества, как эфир, спирт, нафталин, мы говорим, что они «летучи».

При подогревании тела движение его молекул ускоряется. В тёплый летний день капля воды испаряется быстрее. В тёплом воздухе комнаты духи сильнее пахнут, чем на морозе.

Молекулы газа движутся с большой скоростью, молекулы в жидкостях движутся медленнее, и ещё медленнее движутся молекулы в телах твёрдых.

Три состояния тела

Каждое вещество при обыкновенных условиях может быть в одном из трёх состояний:

или в твёрдом — сталь, лёд, уголь;

или в жидком — вода, молоко, спирт;

или в газообразном — воздух, светильный газ, кислород, азот.

Нагревая или охлаждая физическое тело, можно перевести его из одного состояния в другое. Нагревая воду до кипения, можно перевести её в пар; охлаждая воду, можно получить из неё твёрдый лёд.

Частицы твёрдого тела крепко соединены между собой. Поэтому твёрдое тело способно сохранять свою форму и свой объём.

Иногда требуется очень большое усилие, чтобы разрушить твёрдое тело или изменить его форму, объём.

Частицы в жидком теле соединены между собой слабее, чем в твёрдом теле, поэтому разделить на части жидкое тело легче. Жидкость не сохраняет постоянной формы, а приобретает форму того сосуда, в который её наливают. Объём жидкости сохраняют.

Газы не сохраняют ни определённой формы, ни объёма. Будучи представлен самому себе, газ расширяется и занимает целиком весь тот объём, который ему предоставляется. Так, нельзя сохранить в стакане полстакана воздуха, в литровой бутылке нельзя иметь пол-литра воздуха. Газ легко сжать, т. е. уменьшить его объём.

Вопросы

1. Можно ли и почему вату, снег, бумагу назвать твёрдым телом?

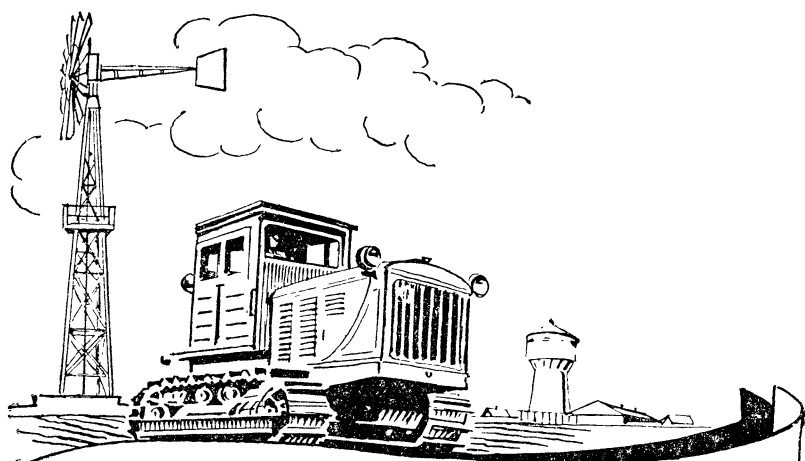
2. Будет ли жидкостью клей, кисель, мёд?

3. Когда сливочное масло может быть твёрдым и когда жидким телом?

4. Превращается ли в жидкость при своём таянии «сухой лёд»?

5. Соль, песок, мука — тела сыпучие. Чем такие тела отличаются от тел твёрдых и чем они похожи на жидкость?





О давлении



В обыденной жизни, когда мы употребляем слова «давление» и «сила давления», мы не придаём значения тому, что эти слова означают совершенно разные понятия.

Силу, действующую на всю площадь, называют силой давления.

Силу, действующую на единицу площади, называют давлением.

За единицу площади принимают один квадратный сантиметр. Значит, давление есть сила, действующая на каждый квадратный сантиметр площади.

Вес тела часто является той силой давления, с которой тело давит на свою площадь опоры. Поэтому при подсчёте давления в этом случае надо вес тела разделить на площадь опоры тела:

$$\text{давление} = \frac{\text{вес тела}}{\text{площадь опоры}}.$$

Давление обозначается буквой p и измеряется в $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$.

Чем больше площадь опоры тела, тем меньшее давление оказывает тело, и, наоборот, при уменьшении площади давление тела возрастает.

Один и тот же человек своим весом может оказать различное давление на грунт, если он станет на лыжи, на коньки или на ходули. В каждом из этих случаев площадь опоры человека будет иная, изменится и давление. Учёт давления имеет большое техническое значение. Различный грунт может выдержать только определённое давление, иначе тело будет проваливаться, уходить в глубь грунта.

Так проваливаемся мы, идя по снегу в валенках, а не на лыжах, так же вязнут автомашины в болотистой почве, в сыпучих песках пустыни и в разрыхлённой почве пашни.

Для уменьшения давления на грунт и для достижения лучшей проходимости машины по различным дорогам у грузовых



Рис. 95.

автомашин делают двойными задние колёса; вместо обычных шин на колёса надевают «сверхбаллоны»; тракторы, тяжёлые танки, вездеходы ставят на гусеничный ход.



Рис. 96. Почему трактор не вязнет, двигаясь по песчаным дорогам пустыни?

Ниже приводится таблица величины некоторых давлений, из которой видно, как уменьшается давление при увеличении площади.

Сравните давление на землю человека, идущего в ботинках и на лыжах, колёсного трактора и трактора гусеничного и т. п.

Давление человека, идущего в ботинках	$\left(\text{в } \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \right)$	0,5
» лыжника		0,03
» легкового шестиместного автомобиля		1,25
» грузового автомобиля		1,4—2
» двухосного бронеавтомобиля		
на передних колёсах		2—3
на задних колёсах		5,6—6,2
» колёсного трактора		4,5—10
» гусеничного трактора		0,3—0,5
» лёгкого танка		0,2
» среднего танка		0,4—0,5
» тяжёлого танка		0,6—0,9
» воздуха		1,03

Практическое правило танкиста

«Средний танк пройдёт там, где пройдёт пеший боец в полном вооружении» (давление $0,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$).



Рис. 97. Для того чтобы грузовик с грузом мог двигаться в сыпучих песках Кара-Кумов, под его колёса приходится иногда подкладывать деревянные брусья. Почему?

Когда тело оказывает большее давление?

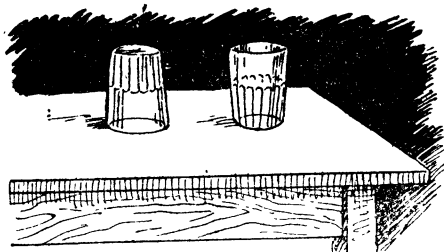


Рис. 98. Два одинаковых стакана стоят на столе. Один дном вверх, другой — дном книзу...

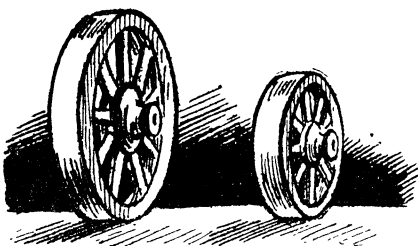


Рис. 100. Два одинакового веса колеса имеют одинаковую ширину шины, но диаметр одного колеса больше другого...



Рис. 99. Когда человек идёт, опираясь на палку, или когда он идёт без палки...

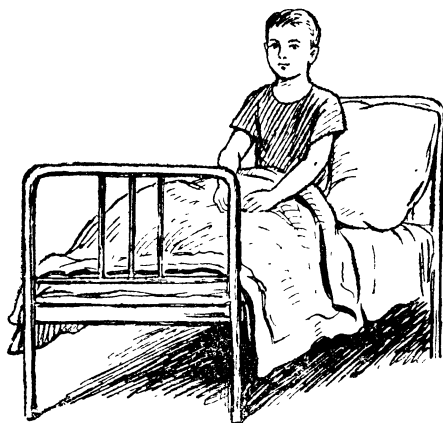


Рис. 101. Когда человек сидит на постели или когда он лежит на ней...

Колея телеги и след лошади

В сельской местности интересно произвести расчёты средней величины давления, которое оказывает своими колёсами телега, прокладывая на дороге различной глубины колеи. Глубина колеи, производимая повозкой, влияет на величину тягового усилия, необходимого для продвижения повозки, т. е. и на механическую работу лошади. Очень узкая шина недопустима для рыхлого грунта и для естественной дороги.

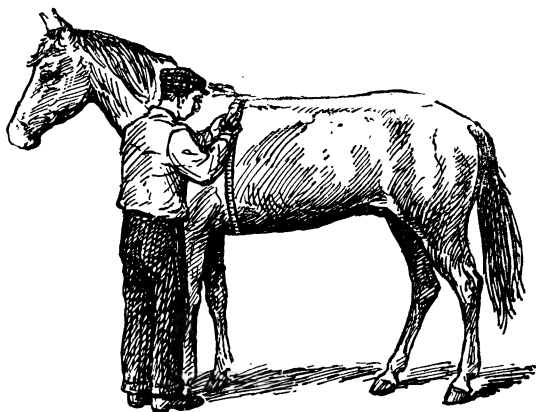


Рис. 102. Определение веса лошади способом Моторина.

Определяя среднее давление телеги на грунт, следует измерить в квадратных сантиметрах площадь соприкосновения шины колеса с грунтом и принять средний вес порожней телеги 250—300 кг. Можно определить и давление, которое оказывает на грунт сама лошадь. Для этого надо измерить в квадратных сантиметрах площадь отпечатка копыта лошади и умножить эту площадь на 4. «Живой» вес самой лошади определить, например, способом Моторина: для этого обхват в подпруге в сантиметрах следует умножить на 6 и из результата вычесть 620, получается вес лошади в килограммах (рис. 102).

Метод Моторина широко применяется в настоящее время для определения веса лошадей, жеребят в колхозном животноводстве.

При малой площади даже незначительная сила давления может оказать очень большое давление.

Рассчитать давление

1. Зная свой вес, определите давление, производимое вами на пол, в случае, когда вы опираетесь на пол одной и двумя ногами; когда вы сидите на стуле или идёте на лыжах по снегу.

2. Зависимость величины давления от веса тела и площади его опоры удобно выяснить на опыте с разграфлённым бруском.

1) Подыскать цельный кирпич или деревянный брусок в форме правильного параллелепипеда.

2) Расчертить три разные грани тела на квадратные сантиметры. Подсчитать их число в каждой грани и записать.

Площадь в кв. см		
1	2	3

3) Определить вес бруска в килограммах и записать:

$$P = \dots \text{кг}.$$

4) Подсчитать, какое давление окажет брусок, если ставить его так, что каждый раз площадью опоры будет поочерёдно одна из разграфлённых его граней.

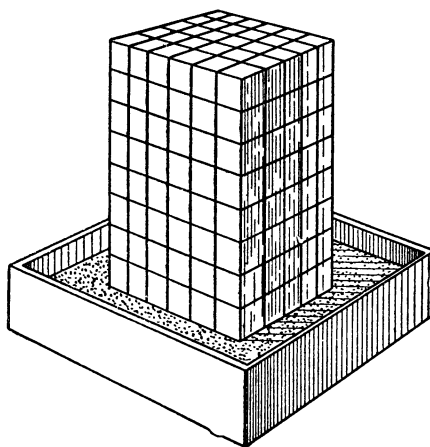


Рис. 103.

5) Снова проделать опыт с бруском, увеличив вес его каким-нибудь добавочным грузом. Результаты измерений давления записать и сравнить с предыдущими.

6) Вычисления проверьте на опыте. Для этого укладывайте брусок различными гранями на влажный песок. При различных своих положениях брусок будет оставлять на песке вмятины различной глубины (рис. 103).

Проткнуть иголкой металлическую пластинку

Остриё швейной иглки имеет очень незначительную площадь, порядка $0,0001$ кв. см. Даже небольшая сила, действующая на иглку в направлении её оси, способна создать очень большое давление. В этом можно убедиться, проделав следующий опыт.

Подготовить: швейную иглку, молоток, металлическую пластинку и корковую пробку небольшой толщины ($0,5—1$ см). Проткнуть иголкой пробку так, чтобы с противоположной её стороны выступал самый небольшой кончик иглки. Подложить под пробку металлическую пластинку и по иглке сверху ударить молотком. Иголка проткнёт металл. Пробка в этом опыте является телом, направляющим движение иглки, а также и предохраняющим иглку от поломки и изгиба.

Твёрдое тело передаёт давление только в том направлении, в котором само его получает. Если давление производится весом тела, то твёрдым телом это давление передается только сверху вниз, вертикально.

Жидкости и газы передают давление иначе.

Французский учёный Паскаль более сорока лет своей жизни посвятил изучению передачи давления жидкостями и газами.

Задачи

1. Какое давление производит остриё шила, если сила нажима на рукоятку его равна 2 кг, а площадь острия $0,1$ мм²?

2. Человек, лошадь или шагающий гигант-экскаватор оказывают наибольшее давление на грунт? Давление человека $0,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$, лошади $1,2 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; вес шагающего экскаватора 1200 Т, его площадь опоры (рама) 154 м².

3. Две бороны работают в поле. По весу одна борона вдвое тяжелее другой, но число зубьев у тяжёлой бороны вдвое больше, чем у лёгкой. Которая борона (при одинаковом их устройстве) входит в землю глубже?

Закон Паскаля

Жидкость или газ, заключённые в замкнутый сосуд, передают производимое на них давление во все стороны одинаково.



Паскаль (1623—1662).

Интересное явление

Если выстрелить из ружья, применяемого в тирах, в круто сваренное яйцо, то пуля пробьёт в яйце только сквозное отверстие, остальная часть яйца останется целой. Но если выстрелить в сырое яйцо, то яйцо разбивается вдребезги.

Такое же явление наблюдается, если выстрелить не в яйцо, а в стеклянную банку с плоскими стенками — сначала в пустую, а затем в наполненную водой. В первом случае в стенках банки пробивается пулей только отверстие, во втором случае, когда

банка взята с водой, при попадании пули банка разбивается на мелкие части. Объяснить эти явления помогает закон Паскаля. Сырое яйцо и стеклянная банка с водой передают удар пули (давление) во все стороны, т. е. иначе, чем тело твёрдое, которое передаёт давление только в одном направлении, а именно в направлении действующей силы удара. Вот почему, если ударить по воде, брызги полетят в разные стороны от места удара.

ДАВЛЕНИЕ ЖИДКОСТИ

1. Старый резиновый мячик (не чёрный) проколоть местах в шести-восьми по его экватору. Сжав мяч, опустить в воду. Когда мяч в воде расправится и нальётся водой, осторожно вынуть его и, сжимая сверху и снизу между указательным и большим пальцами, следить, как оказываемое давление распределяется в воде, находящейся внутри мяча.

Проткнуть резину мяча можно раскалённой толстой иглой. Иглу при этом не надо сейчас же вынимать, а некоторое время её надо повертеть в отверстии, иначе отверстие залипнет.

2. Проверить, какое давление оказывает жидкость на стенки сосуда. Для этого в цилиндрической консервной банке пробить

на одинаковой высоте 2—4 отверстия. Следить, чтобы они были равного диаметра. Держа банку над раковиной водопровода, чтобы не налить воды на пол, наполнить банку водой.

Проследить: 1) из всех ли отверстий вода выливается струйками? 2) одинаковы ли по силе истечения эти струйки? 3) когда струйки бьют слабее и когда сильнее? 4) зависит ли сила бьющих струек от высоты налитой жидкости?

3. В боку жестяной банки из-под консервов пробить гвоздём 3—4 отверстия одно над другим. Держа банку над раковиной, влить в неё воду.

Проследить: 1) из всех ли отверстий будут бить водяные струйки? 2) одинаковы ли по своей силе будут эти струйки? Получить сетку струй. Объяснить это явление.

Фонтанирующая колонка

Интересным прибором, действие которого основано на передаче давления в жидкости по закону Паскаля, является фонтанирующая колонка. Общий вид этого простого прибора, раз-

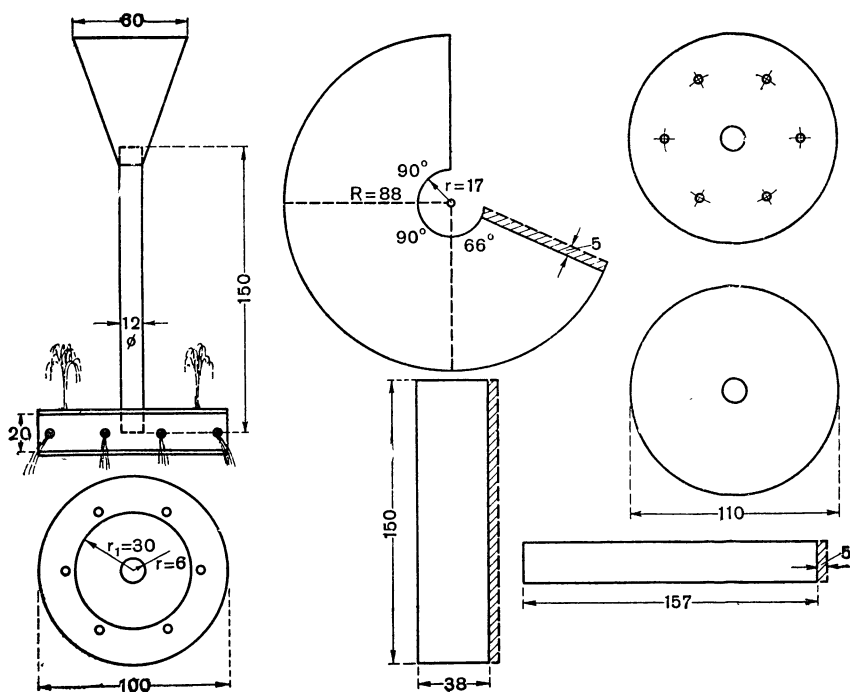


Рис. 104. Фонтанирующая колонка.

меры его частей в *мм* и их взаимное расположение указаны на рисунке 104.

По приведённому чертежу этот прибор нетрудно изготовить самому.

Фонтанирующая колонка состоит из трёх частей: 1) верхней воронки для вливания воды, 2) колонки, создающей напор воды, и 3) нижнего основания.

При наполнении прибора водой из отверстий в нижнем основании его начинают бить струйки и вверх, и в стороны, создавая в совокупности очень интересное зрелище.

Материалом для прибора может служить тонкая жёсть, консервные банки; в крайнем случае плотная бумага или тонкий картон. В последнем случае изготовленный прибор надо пропитать маслом или расплавленным воском, чтобы бумага или картон не пропускали воду. При изготовлении прибора из бумаги или картона швы его надо склеивать, при изготовлении из жести швы надо запаивать.

Отверстия для струек фонтана пробиваются на верхней крышке нижней части прибора и по боковой её поверхности. Так как напор воды фонтанирующих струек зависит от высоты столба воды в колонке, то чем длиннее сделана колонка, тем выше будут бить струйки фонтанчиков.

Давление жидкости на дно сосуда

Давление, производимое жидкостью на дно сосуда, зависит от удельного веса и высоты уровня налитой жидкости.

Необходимо уметь правильно измерять высоту столба жидкости при различных положениях сосуда, в котором она заключена.

На рисунке 105 показано, как надо отсчитывать высоту уровня налитой жидкости при разных положениях сосуда.

Полезно запомнить

Давление жидкости увеличивается с глубиной погружения. Давление воздуха у поверхности земли $p = 1 \frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$; такое давление (в $1 \frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$) вода может оказать, если взять водяной столб высотой приближённо в 10 метров. Поэтому при увеличении глубины погружения в воду через каждые 10 метров давление увеличивается на $1 \frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$.

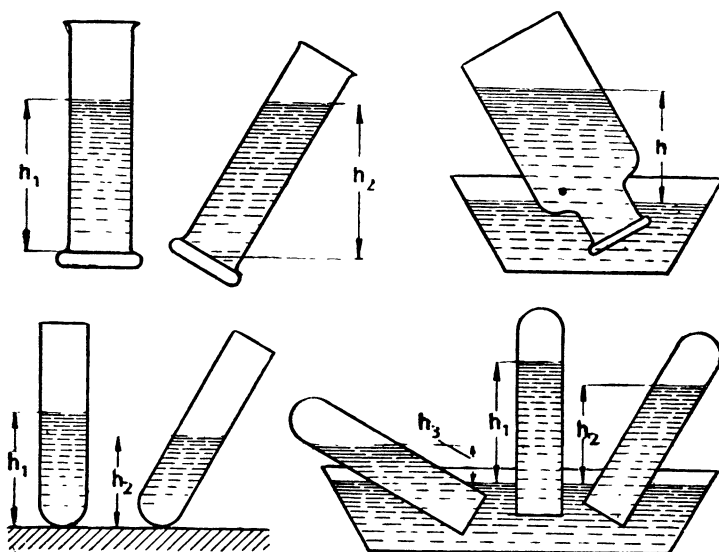


Рис. 105. Отсчёт высоты налитой жидкости.

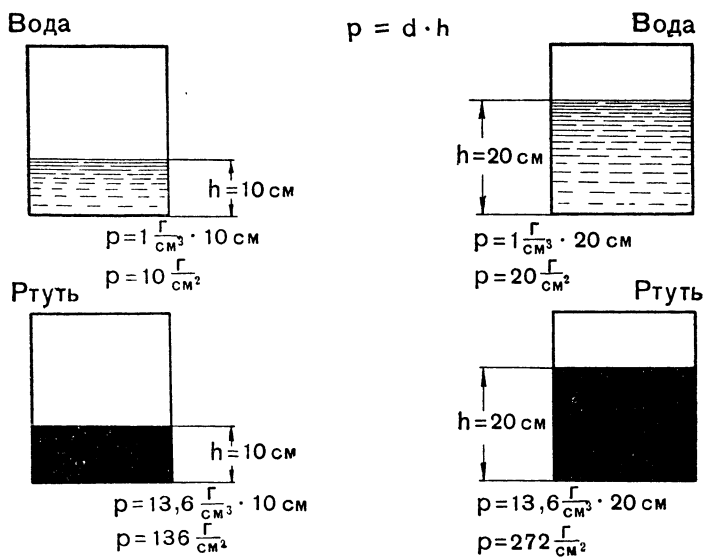


Рис. 106. Давление жидкости на дно сосуда.

Задача

Пользуясь приведённой ниже схемой, рассчитать, чему равно давление на средней глубине океанов (3800 м). Удельный вес морской воды принять равным $1,03 \frac{T}{м^3}$.

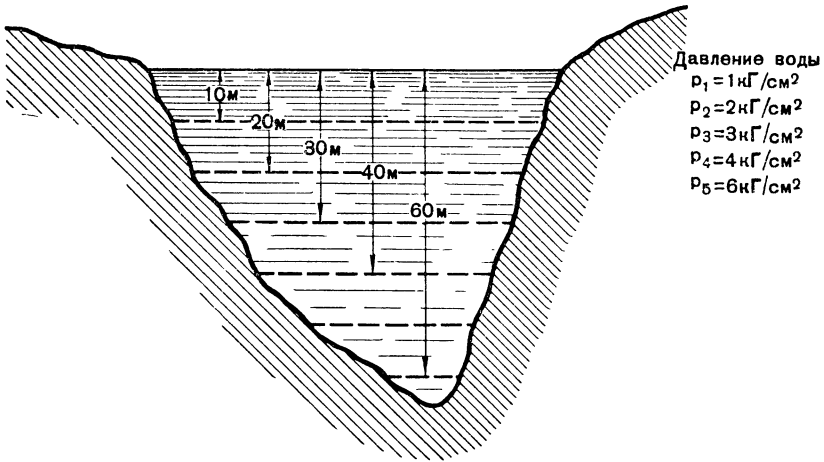


Рис. 107.

Исследование морских глубин

Две трети земного шара покрыто водой. Это моря, океаны. Глубина их в отдельных местах настолько велика, что высочайшие горные хребты и отдельные вершины скрылись бы целиком под водой, если бы каким-либо путём удалось погрузить эти горы в морскую пучину. Наибольшая глубина океана отмечена у Филиппин. Она равна 10 863 м. В морской глубине существуют особые природные условия, резко отличающиеся от мира наземного. Там царствует мрак, так как солнечный свет, постепенно угасая, совершенно исчезает на глубине 180 м. Отсутствие воздуха, необходимого для дыхания, и особенно давление самой воды, возрастающее с глубиной, являются главными препятствиями изучения подводного мира.

Из практики подводных работ установлено, что при спуске на каждые 10,3 м давление увеличивается на 1 атмосферу. Водолаз, находящийся на глубине 90 м, испытывает давление около 10 атмосфер.

Водолазный костюм, сделанный из прорезиненной ткани, даёт возможность водолазу быть под водой подвижным, способным к любой работе. Но максимальная глубина погружения в таком скафандре не превышает 110 м. Кроме того, в скафандре водолаз не может отойти на большое расстояние от корабля-матки, снабжающего водолаза воздухом, нагнетаемым насосом через особую трубку.

Цельнометаллические скафандры, снабжённые запасом кислорода и воздуха и поэтому связанные с поверхностью только телефонной сетью, дают возможность большего проникновения в глубь океана. Но такой скафандр слишком тяжёл, сковывает движения водолаза, мешает быстрому передвижению последнего под водой и ограничивает свободу работы. Наибольшая глубина погружения водолаза в цельнометаллическом скафандре (рис. 108) немногим больше 200 м. При погружении на глубину более 1000—1500 м обнаруживается ещё одно препятствие, а именно: невозможно подобрать материал для костюма и шлема водолаза, который бы на такой большой глубине оставался непроницаемым для воды. Проводились опыты: запаянные стеклянные сосуды опускали пустыми в глубину моря. Когда же поднимали их снова на поверхность, каждый оказывался частично наполненным водой. Повторное испытание на земле снова убеждало в полной непроницаемости сосудов. Это показывает, что на большой глубине давление воды настолько велико, что она просачивается через межмолекулярные пространства самого вещества, например стекла.



Рис. 108. Скафандр.

Трудность создания конструкции водолазного скафандра, приспособленного для исследования больших глубин, заставила учёных искать решение вопроса в постройке особой герметической камеры, в которой можно было бы опускать исследователя со всеми приборами на глубину более чем 1000 м без соответствующего костюма.

Впервые в такой герметической шарообразной кабине, рассчитанной на большие давления, в 1934 г. опустился профессор Биби на глубину 923 м *. Кабину для исследования морских глубин учёные называли «батисферой». В 1940 г. тоже в батисфере на глубину 1360 м опустился инженер Бартан, сотрудник Биби. Глубина в 1360 м осталась рекордной для спуска батисферы. Риск опускания в батисфере растёт с глубиной её погружения. Чем глубже уходит в море батисфера, тем сильнее натягивается трос, на котором она опускается, тем больше возрастает её вес, увеличивается скорость спуска. Батисфера не может передвигаться самостоятельно под водой, она может только висеть на одном месте, размотав трос.

Интересные исследования высших слоёв атмосферы и морских глубин связаны с именем швейцарского учёного, профессора О. Пикара.

Для изучения морских глубин Пикар создал особого вида подводный корабль, который назвал «батискафом».

Батискаф состоит из поплавка и находящейся под ним шарообразной кабины. Поплавок — большой резервуар, наполненный лёгкой жидкостью — бензином. Бензин легче воды, и это создаёт подъёмную силу для батискафа при его подъёме из глубины. Погружаться же батискаф может только при наличии большого груза. Таким грузом служит и кабина, и балласт, состоящий из железных зёрен, выбрасывание которых происходит при помощи электромагнита, управляемого изнутри кабины. Достигнув рассчитанной глубины, батискаф может неподвижно «висеть» в воде, может и передвигаться в горизонтальном направлении при помощи гребного винта, вращающегося от электродвигателя.

Стальная кабина батискафа имеет толщину стенок в 9 см и внутренний диаметр 2 м. В ней свободно могут поместиться два человека и необходимое оборудование. Кабина снабжена самопишущим манометром для измерения внешнего давления (по нему определяют и глубину погружения), аппаратами для освежения воздуха, телефоном. Батискаф несёт рефлекторы с электролампами по 1 тысяче ватт. Лучи этих ламп освещают тьму подводного мира.

Несмотря на то, что прочность кабины рассчитана на давление морской глубины в 20 км, первые пробы спуска батискафа

* Подробнее об этом можно прочесть в книге Я. И. Перельмана «Физика на каждом шагу», в статье «В пучине океана», Детгиз.

производились без экипажа. Глубина его опускания была 1380 м. Этот батискаф Пикар передал французскому флоту, где и велись его последующие успешные погружения в 1953 г.



Рис. 109. Борьба человека со спрутом под водой.

Второй, более усовершенствованный батискаф Пикара «Триест» после пробных испытаний был спущен в Средиземном море у Капри, где глубина, как предполагалось, достигает 1000—1100 м. Здесь «Триест» благополучно достиг дна и поднялся на поверхность. В его кабине опускался сам Пикар. Через несколько дней батискаф совершил погружение уже на глубину 3150 м. А в 1954 г. французские исследователи Гуо и Вильм в своём батискафе типа «Триест» Пикара опустились на глубину 4050 м.

На дне моря без скафандра

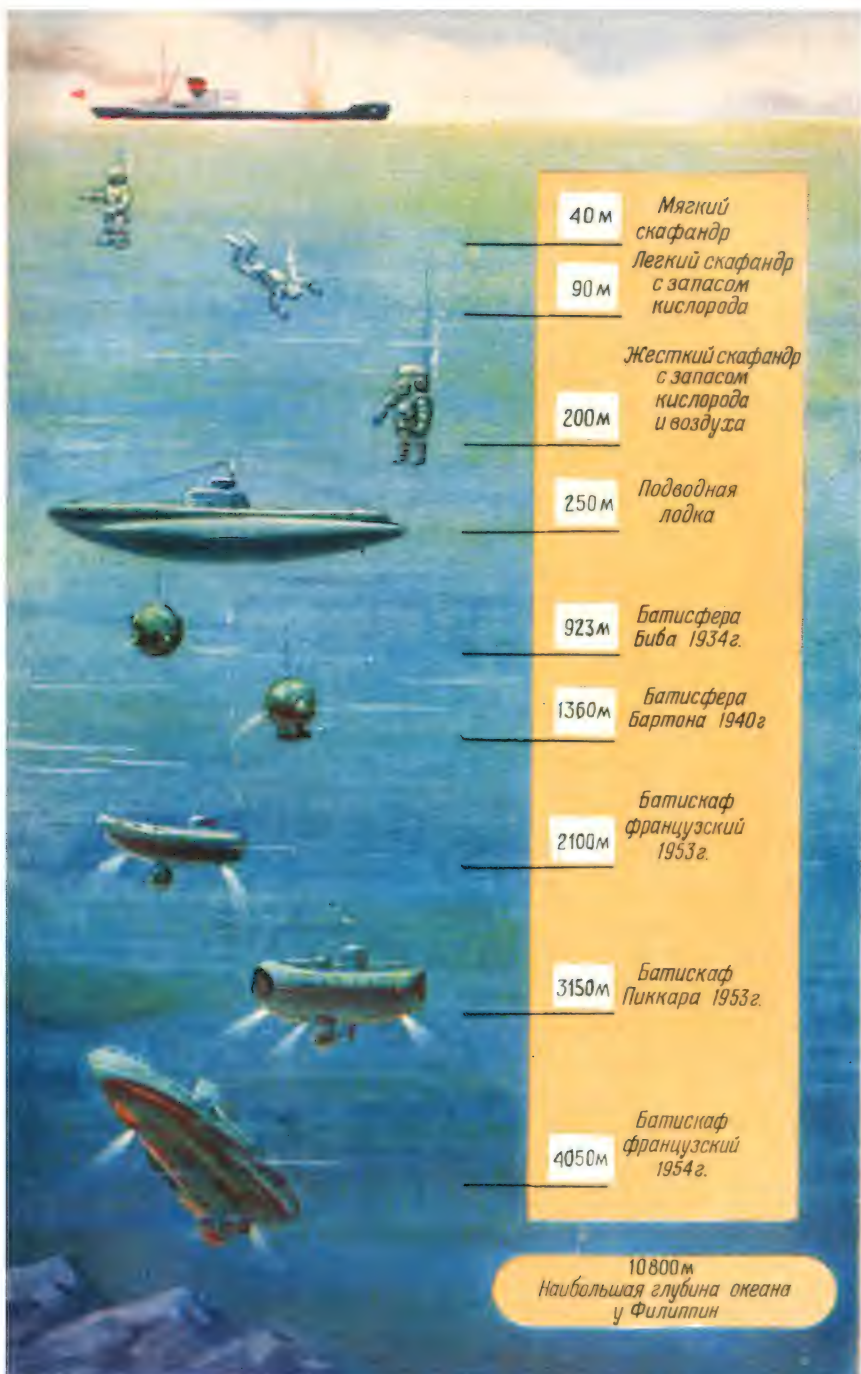
Скафандр или другой какой-либо водолазный костюм очень стесняют движение человека под водой. Опускаться же на большую глубину без специальных защитных приспособлений опасно. На большой глубине давление воды может раздавить человека. Хотя есть и такие примеры: в 1939 году 60-летний араб, собиратель губок, за 2,5 минуты опустился у острова Джерба (Тунис) без всякого дыхательного аппарата на глубину 130 футов (39,6 м). Такие случаи очень редки и возможны не для всякого ныряльщика. На глубине 100 футов количество воздуха в сжавшихся лёгких человека равняется $\frac{1}{4}$ первоначального объёма и изгиб рёбер достигает такой предельной величины, что они легко могут сломаться. Один из французских спортсменов-ныряльщиков изобрёл механические «подводные лёгкие» — акваланг. Акваланг получил большое распространение. Этот аппарат состоит из маски, дыхательного шланга и баллонов с сжатым воздухом, помещающихся на спине ныряльщика. На ноги надеваются резиновые ласты, с помощью которых скорость плавания под водой увеличивается в 1,5 раза. С изобретением акваланга опускание под воду в морях и океанах стало завлекательным и распространённым спортом. Летом 1957 года в Чёрном море под водой впервые работала археологическая экспедиция Института истории материальной культуры Академии наук СССР. В задачу экспедиции входило найти и собрать всё, что осталось от древних греческих поселений на побережье Крыма и что в наше время скрыто в пучине Чёрного моря.

Летом же 1957 года инициативная группа спортсменов-подводников Центрального морского клуба ДОСААФ, имея акваланги, гарпунные ружья и кинокамеру, впервые провела обследование Черноморского побережья в Крыму, походила по дну моря, охотясь за глубоководными животными и снимая фильм о подводной жизни. В Карабахе (Крым) сейчас создана первая в нашем Союзе база для спортсменов-пловцов с аквалангами.

Французскими спортсменами Жак-Ив Кусто и Фредериком Дюма издана интересная книга «В мире безмолвия» об ихключениях на дне морей, а кадры, снятые ими под водой, дали миру кинокартину «Мир тишины», удостоенную первой премии на Международном кинофестивале 1956 года в Каннах.



Водолазы.



Исследование морских глубин.

Лот

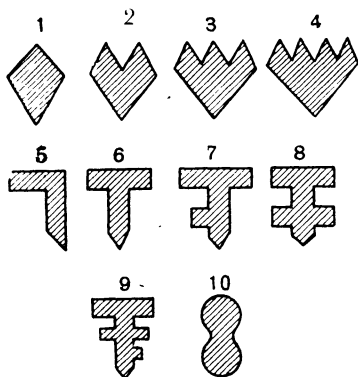
Для измерения глубины моря с борта идущего судна издавна употребляется навигационный инструмент — лот. Конструкция лота может быть различна. Ручной лот применяется для измерения сравнительно небольших глубин. Для измерения больших глубин применяют лот механический. На судах советского морского флота принят механический лот отечественного производства марки ГУ (Гидрографического управления). Спуск его в воду с корабля, идущего со скоростью 16 узлов в час, осуществляется при помощи лебёдки.

В простейшем случае ручной лот представляет собой пеньковый просмоленный трос длиной в 52 м, диаметром до 8 мм, несущий на одном конце груз, на другом — кольцо и вплетённый небольшой колышек. Трос, называемый «лот-линь», предварительно обработанный на вытягивание, по своей длине разделён на метры, которые отмечены кожаными «марками» определённой формы. Марки — это кусочки кожи, вырезанные по определённой, установленной в международном мореходстве форме. Каждая марка соответствует определённому числу метров длины лот-линя (рис. 110).

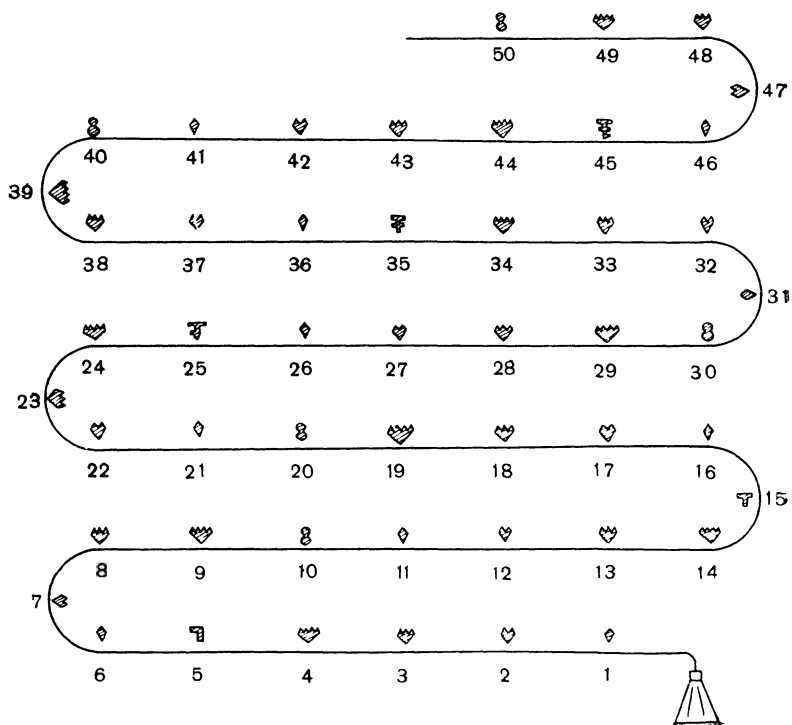
При измерении глубины лотовый матрос располагается у вант на передней палубе с наветренного борта. Держа скатанный лот-линь в руке, он вращательным движением по часовой стрелке раскачивает сначала лот-гирю и затем выбрасывает её вперёд по ходу судна. Таким путём лот-линь выбрасывается за борт; он уходит под воду до тех пор, пока лот-гиря не достигнет дна. Определение глубины ведётся по марке, оставшейся на уровне воды в момент, когда лот-линь примет вертикальное положение.

Самодельный лот и работа с ним

Для самодельного лота можно взять пеньковую толстую верёвку длиной 5—10 м. К одному её концу прикрепите кольцо, которое удобно было бы надеть на палец при держании лота во время измерений; к другому концу верёвки прикрепите гирию или другой какой-либо груз. Всю длину верёвки разделите на дециметры (при общей длине в 5 м) или на метры (при общей длине в 10 м). Делить верёвку на части следует, предварительно намочив её, так как намочшая верёвка становится короче сухой. У



- | | |
|----|--------------------------------|
| 1 | 1, 6, 11, 16, 21 и т.д. метров |
| 2 | 2, 7, 12, 17, 22 и т.д. метров |
| 3 | 3, 8, 13, 18, 23 и т.д. метров |
| 4 | 4, 9, 14, 19, 24 и т.д. метров |
| 5 | Дл обозначения 5 метров |
| 6 | " - " - 15 " |
| 7 | " - " - 25 " |
| 8 | " - " - 35 " |
| 9 | " - " - 45 " |
| 10 | " - " - нуля |



размеченных частей верёвки прикрепите соответственной формы марки, вырезав их из кожи, как указано на рисунке 110. Вместо марок можно всю длину верёвки по дециметрам раскрасить масляными красками — чёрной и белой.

При помощи такого самодельного лота можно измерить глубину озера, реки, пруда.

Измерения следует производить с борта лодки, отъехав от берега на определённое (в метрах) расстояние. Предварительно надо научиться ловко закидывать лот-гирю, как это в действительности делают лотовые матросы.

Определение глубины колодца

При помощи самодельного лота можно измерить глубину колодца и толщину слоя воды, находящейся в нём. Эти сведения бывают порой очень нужны в жизни.

Опустите лот в колодец. Отметьте, когда лот-гиря прикоснётся к поверхности воды и на последней появится рябь. Рассчитайте по лот-линию расстояние, на котором находится поверхность воды в колодце от земли.

Опустив лот-гирю до дна колодца, определите глубину воды в колодце (толщину водяного слоя). Прделав эти измерения несколько раз за сутки, можно выяснить «суточный режим воды в колодце».

СООБЩАЮЩИЕСЯ СОСУДЫ

Напор воды

Сосуды, имеющие между собой сообщение или общее дно, принято называть сообщающимися сосудами. В жизни часто встречаются такие сосуды. Различные чайники, кофейники, лейки, употребляемые для поливки растений, водомерные стёкла при паровых котлах, коленом согнутая трубка — все они представляют собой сообщающиеся сосуды. Однородная жидкость в сообщающихся сосудах стоит на одном уровне. Вода, налитая в лейку, в чайник, заполняет и носик этих сосудов, и их расширенную часть до одинаковой высоты. Несколько баков, соединённых между собой трубами, тоже можно рассматривать как сообщающиеся сосуды. Если в один из баков, расположенных на большей высоте, чем другие, налить воды, то благодаря давлению её

столба она будет переливаться в расположенные ниже баки. Её уровень в нижних баках будет подниматься. Так поднимается вода по трубам водопровода, стремясь достичь той высоты, какую имеет вода в водонапорном распределительном баке, обычно установленном на значительной высоте. Разность уровней воды в сообщающихся сосудах принято в технике считать «напором» воды. Напор — это давление, создаваемое весом столба воды, высоту которого определяет разность уровней жидкости. Естественным напором всегда обладает вода, падающая с высоты, например вода в горных речках, вода у плотины. Чем выше запруда, тем больше будет напор и давление воды, поднимаемой такой запрудой. Задерживая воду искусственно сооружённой плотиной близ гидростанции, человек использует напор и давление падающей воды для вращения водой колёс гидротурбин. Вот почему высота плотин имеет очень большое значение в различных гидротехнических сооружениях.

Водные пути

Водные пути для перевозки грузов, пассажиров и лесосплава имеют большое значение в хозяйстве каждой страны. Водный путь является наиболее дешёвым способом передвижения. Правда, скорость движения по воде всегда меньше скорости, какую можно развить на железнодорожном транспорте. Но освоение водного пути, содержание его в порядке обходится во много раз дешевле, чем постройка и содержание железной дороги. Затраты на движение по рекам примерно в 10 раз меньше затрат при железнодорожных перевозках. Сами речные суда, грузовые баржи и т. п. имеют большие размеры в сравнении с железнодорожными вагонами, поэтому водный транспорт способен перевезти сразу больше груза. Особенно удобен водный транспорт для перевозки грузов большого объёма: леса, хлопка, стройматериалов, зерна.

Многие из наших судоходных рек относятся к наиболее длинным и мощным рекам мира:

Обь	5570 км	Сыр-Дарья	2300 км
Енисей	5490 »	Днепр	2250 »
Амур	4370 »	Урал	2230 »
Лена	4270 »	Кама	2010 »
Волга	3700 »	Дон	1980 »

Советский Союз занимает первое место в мире по длине водных дорог.

По далеко не полным данным общая длина всех пригодных для судоходства водных путей в Советском Союзе равна 450 тысячам километров.

Но не всякая река и не по всему своему естественному течению может быть судоходна. Недостаточная глубина, встречающиеся местами мели (перекаты), пороги, большая извилистость русла — всё это препятствует движению судов по реке. В нашем климате мешает судоходству непостоянство так называемого



Рис. 111. Вид однокамерного шлюза на канале.

водного режима рек. Зимой реки покрываются льдом, движение по ним прекращается. В течение года период судоходства по рекам нашего Союза составляет от 170 до 250 дней. Остальное время года реки не судоходны. Весной во время половодья наши реки переполняются водой, выходят из берегов и заливают окрестную местность. Навигация в такое время затрудняется обилием воды. В течение лета, наоборот, многие наши реки становятся мелководными, на них появляются мели, перекаты, что тоже мешает судоходству. Для того чтобы водный путь мог

служить более продолжительное время в году, чтобы судоходству не угрожали пороги, мели, разливы, требуется особая забота о состоянии водного пути: землечерпательные машины углубляют дно реки; особые насосы рассасывают песчаные мели; подводные камни и пороги взрывают; извилистость рек спрямляют каналами и шлюзами. Каналы бывают различного типа: «обводные», которые проводятся в обход отдельных препятствий, встречающихся по реке; «подходные», которые служат для подхода судов к каким-либо пристаням, молам, затонам; и «соединительные» — соединяющие одну реку с другой или реку с каким-нибудь водохранилищем, озером. У нас много каналов различного типа. Если каналом надо пересечь неровную местность, ему придают ступенчатый характер, включая в водный путь канала несколько шлюзов. Таков канал имени Москвы, канал Волго-Дон и другие каналы нашей Родины. Проехать на пароходе канал или часть его, присмотреться, как проводится шлюзование судов, для каждого человека является не только интересным, но и весьма поучительным путешествием. На рисунке 111 изображён внешний вид однокамерного шлюза. Уровень реки до шлюза и после него неодинаков по высоте своего расположения. Поэтому кораблю, плывущему справа (см. рис. 112), требуется подняться на какую-то высоту, чтобы потом свободно войти в русло верхней части реки. Кораблю, плывущему вниз по реке, придётся опуститься на эту же высоту, чтобы перейти в русло нижней части реки. И подъём и спуск судна совершается через камеру шлюза. От русла реки камера шлюза отделяется воротами, преграждающими путь воде. Ворота шлюза могут быть опускающимися или двухстворчатыми, расходящимися в стороны. Закрытие и открытие ворот шлюза согласовано с наполнением его водой и производится с особого пульта управления. Наполняется камера водой при помощи мощных водяных насосов.

На рисунке 112 схематично показано прохождение корабля от нижнего уровня реки к верхнему (с нижнего «бьефа» в верхний). Сначала правые ворота камеры шлюза опущены, вода в камере и в нижней части реки стоит на одном уровне. Корабль свободно входит в камеру. Левые ворота подняты и преграждают путь воде с верхнего бьефа. Как только корабль войдёт в камеру, правые ворота поднимутся, насосы начнут наполнять камеру водой до уровня верхнего бьефа. Подъём воды в камере

шлюза влечёт за собой и подъём вверх корабля, находящегося на поверхности воды. Как только высота воды в камере достигнет уровня верхнего бьефа, корабль сможет покинуть камеру и свободно продолжать путь по верхней части реки. Современное шлюзование рек является сложным хозяйством. Большинство операций в шлюзовании электрифицировано и автоматизировано.

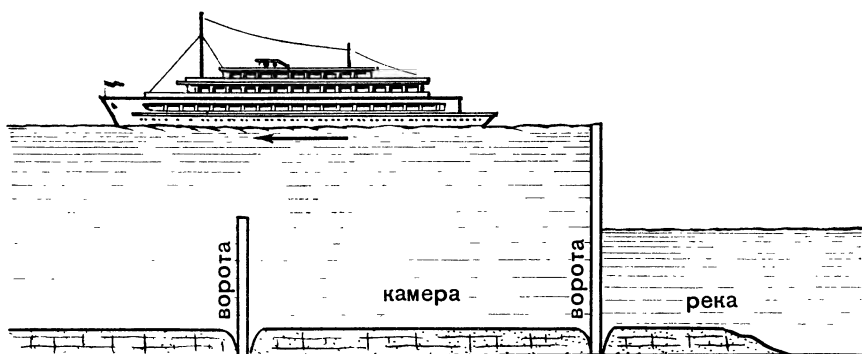
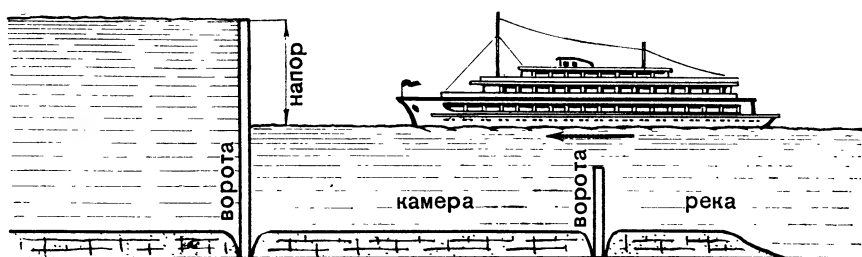


Рис 112 Схема прохождения корабля через шлюз

Сооружение шлюзов, плотин и каналов может сильно изменить характер реки. Так, по окончании гидростроительных работ на Волге совершенно изменится вид этой большой реки; она превратится в цепь искусственных озёр-морей, расположенных у плотин гигантских электростанций.

Канал Москва — Волга сблизил водный путь между многими городами, в том числе между Москвой и Ленинградом.



Рис. 113. Наполнение камеры шлюза водой.



Плотина Днепрогэса.

Рассмотрев приведённую здесь диаграмму (см. рис. 114), определите, на сколько километров водный путь между Москвой и Ленинградом с проведением канала стал короче.

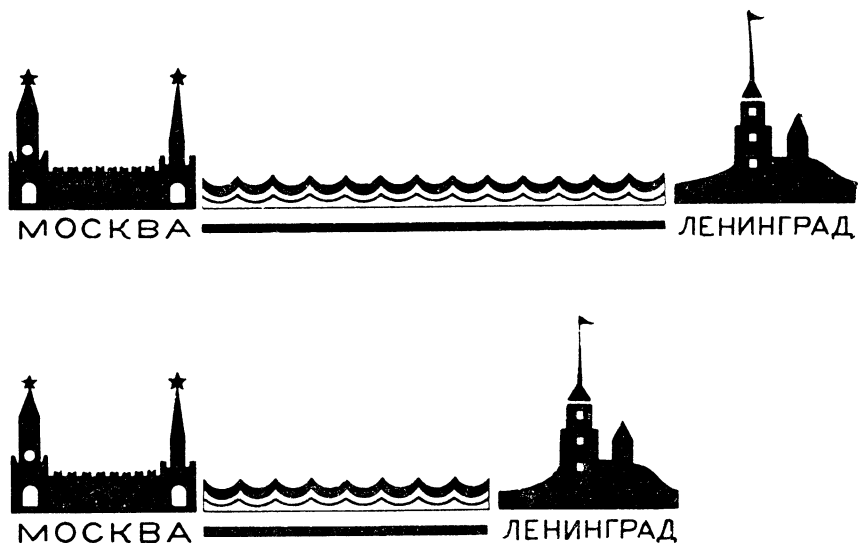


Рис. 114. Верхняя часть рисунка изображает длину водного пути между Москвой и Ленинградом до постройки канала Москва—Волга; нижняя часть — после постройки. Каждая волна обозначает 200 км.

Замечательные фонтаны

Мощные, красиво оформленные фонтаны издавна служили украшением различных садов и парков. Таковы, например, знаменитые фонтаны г. Петродворца под Ленинградом, сооружённые ещё при Петре I. Кроме фонтанов, поражающих своей архитектурной красотой и величием, среди них есть фонтаны, сооружённые ради шутки. Таков, например, небольшой фонтан «Грибок» в системе знаменитых фонтанов г. Петродворца. Он представляет собой беседку в виде большого деревянного гриба. Такие грибы-беседки в наши дни можно увидеть на территории детских садов или на городских бульварах, в уголках, отведён-

ных для игр дошкольников. Но фонтан «Грибок» — коварная беседка. Стоит только присесть на его диванчик, как из под крышки — шляпки гриба — хлынет дождь из водяных струй. Тут уж, хочешь-не хочешь, а придётся намокнуть под «Грибком»!

Интересным достижением современной водопроводной техники являются фонтаны на территории нашей Всесоюзной сельскохозяйственной выставки. Они выбрасывают сотни водяных струй различной формы и в различных направлениях. Особенно красивы они под вечер, когда струи воды в фонтанах окрашиваются светом электрических лампочек различного цвета.

Подача воды к фонтанам выставки так велика, что их обслуживают специальные насосные станции, расположенные под землёй вблизи фонтанов. Насосы не только подают воду в сеть труб фонтана, но сообщают воде дополнительный напор, в силу которого отдельные струи воды могут бить на большую высоту. Самыми мощными фонтанами на сельскохозяйственной выставке являются фонтаны: «Дружба народов» (рис. 115), «Каменный цветок» (рис. 116) и «Колос» (рис. 117). По главной магистрали выставки расположено ещё 14 фонтанов, создающих своеобразную аллею из 336 водяных струй, бьющих на высоту 6 метров.

В самом большом фонтане «Дружба народов» из центра чаши вырывается мощный пенящийся столб воды, его окаймляют каскады спадающей вниз воды и водяные струи. Все 756 струй этого фонтана выбрасывают более 5500 литров воды в секунду. Выброшенная вверх вода стекает обратно в подземный бассейн фонтана и по всасывающим трубопроводам возвращается к насосам.

Фонтан «Дружба народов» обслуживается станцией с 8 насосами, общей мощностью в 550 киловатт. Это самый мощный фонтан выставки. Своё название он получил от целого хоровода позолоченных статуй женских фигур, охватывающих центральную часть фонтана, аллегорически изображающих все братские республики нашего Союза.

В оформлении фонтана «Каменный цветок» использована известная уральская легенда о каменном цветке; фонтан «Колос» представляет собой гигантский колос пшеницы, водяные струи изображают «усики» колоса. Высота струй в этих двух фонтанах достигает 25 метров.



Рис 115 Фонтан «Дружба народов».



Рис. 116. Фонтан «Каменный цветок».

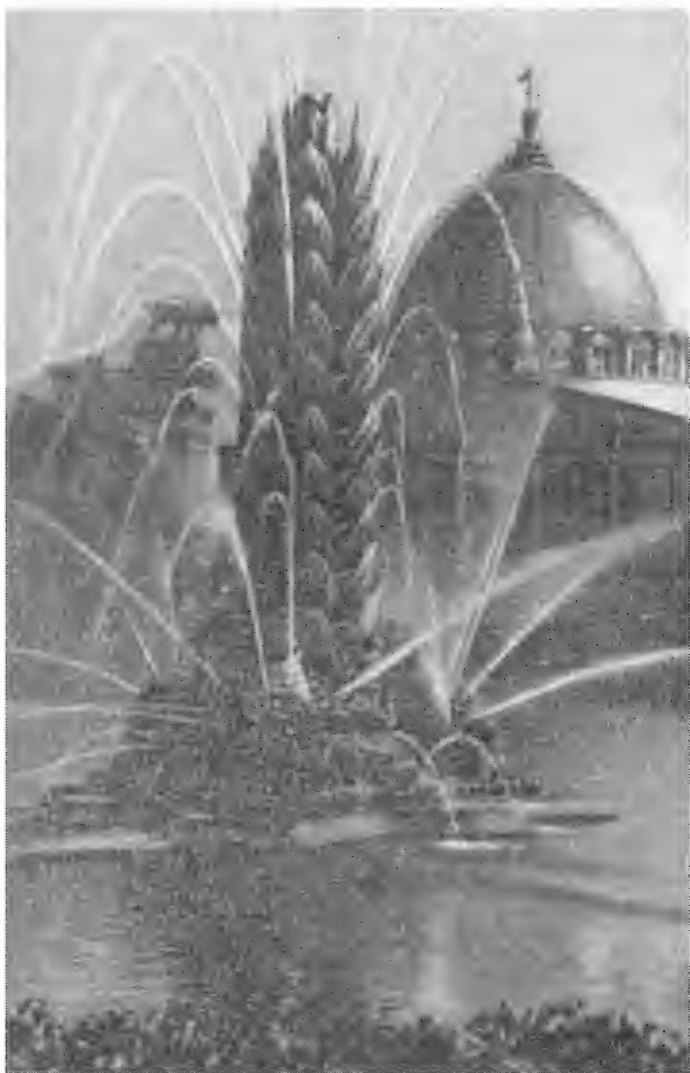


Рис. 117. Фонтан «Колос».

Самодельные фонтаны

На рисунке 118 показаны различные фонтаны, действующие по закону сообщающихся сосудов. Устроить самому каждый из таких фонтанов не представляет никакой трудности, если только

подобрать стеклянную трубочку и суметь её разогреть и согнуть **над** пламенем. Струя фонтана бьёт лучше из узкого отверстия, **поэтому** концы трубочек лучше оттянуть. Фонтан (в) бьёт вверх **после** того, как предварительно через трубку вдуть побольше

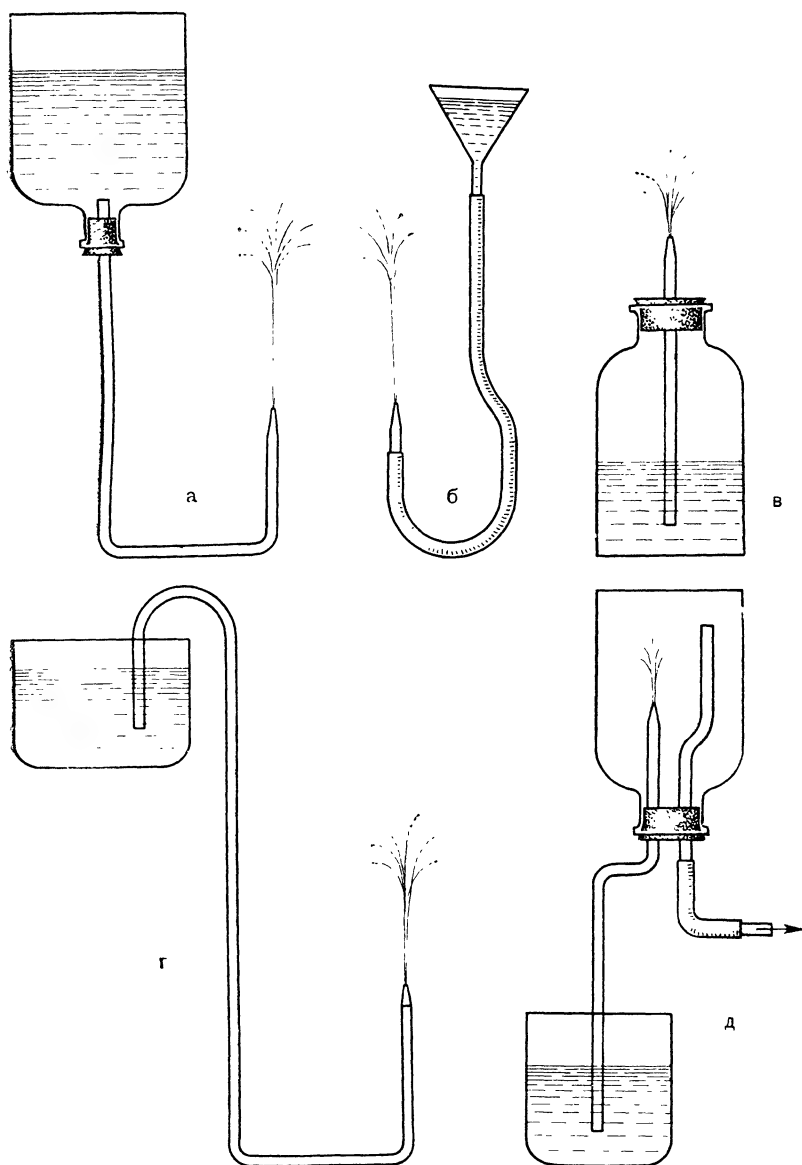


Рис 118. Различные типы самодельных фонтанов.

воздуха в банку. Фонтан (∂) бьёт в том случае, если из верхней банки предварительно отсосан воздух.

Вопросы к наблюдениям

1. Как осуществляется водоснабжение местности, в которой вы живёте?

(Водопроводная сеть, колодцы.)

2. Какие объекты обслуживаются водопроводом, какие объекты пользуются колодезной или речной водой?

3. Имеется ли в вашей местности водонапорная башня, где она установлена? Узнайте или определите на глаз высоту водонапорной башни.

4. Откуда поступает вода в водонапорную башню?

5. На сколько вёдер рассчитан суточный расход воды водопроводной установки вашей местности?

6. Где проложены магистральные (т. е. главные) трубы водопровода?

7. Узнайте или вычислите, хотя бы приближённо, по высоте водонапорной башни, какое давление создаётся в водопроводной сети вашей местности.

Измерьте диаметр отверстия водопроводного крана (домашнего или у колонки), вычислите площадь сечения и определите силу, которую необходимо приложить, чтобы остановить вытекание воды из этого крана.

8. Начертите схему или сделайте макет устройства водопровода.

Гидравлический пресс

Закон Паскаля и свойства сообщающихся сосудов положены в основу устройства и действия гидравлического пресса.

Предположим, что имеются два сообщающихся сосуда цилиндрической формы и равного диаметра. Однородная жидкость в таких сосудах располагается на одинаковом уровне.

Если один из сообщающихся сосудов сделать большего диаметра и поверхность жидкости покрыть плотно входящими поршнями, то сообщающиеся сосуды будут иметь вид, как показано на схеме (рис. 119). С увеличением диаметра второго сосуда увеличится его площадь сечения.

Обозначим: диаметры сосудов D_1 и D_2 , площади их сечения соответственно S_1 и S_2 . Тогда будем иметь:

$$\begin{aligned} \text{если } D_1 = D_2, & \text{ то и } S_1 = S_2 \\ \text{» } D_1 \neq D_2, & \text{ » } S_1 \neq S_2 \\ \text{» } D_1 > D_2, & \text{ » } S_1 > S_2 \\ \text{» } D_1 < D_2, & \text{ » } S_1 < S_2 \end{aligned}$$

Площадь сечения цилиндрических сосудов есть площадь круга, поэтому можно вывести следующую пропорциональную зависимость между отношением площадей сосудов и их диаметрами:

$$S_1 = \frac{\pi D_1^2}{4}, \quad S_2 = \frac{\pi D_2^2}{4},$$

$$\text{или } \frac{S_1}{S_2} = \frac{\pi D_1^2 \cdot 4}{4 \cdot \pi D_2^2}, \quad \frac{S_1}{S_2} = \frac{D_1^2}{D_2^2},$$

т. е. площади поверхностей жидкости в сообщающихся сосудах прямо пропорциональны квадрату их диаметров.

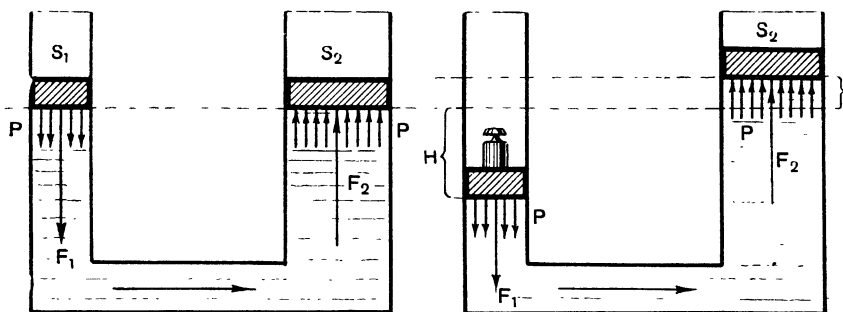


Рис. 119. Схема действия гидравлического пресса.

По закону Паскаля давление на жидкости передаётся во все стороны одинаково. Поэтому, если на один поршень сообщающихся сосудов оказать внешнее давление хотя бы тем, что поставить на него груз, то давление, вызванное этим грузом, жидкость передаст и во второй сосуд.

Вспомним, что давление есть сила, действующая на единицу площади и измеряемая в $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$, а сила давления — это сила, действующая на всю площадь.

При увеличении площади второго сосуда давление жидкости на помещённый в нём поршень не изменится, но сила давления возрастёт пропорционально увеличению площади этого поршня.

Если силу давления на малый поршень обозначить F_1 , а силу давления на поршень во втором сосуде F_2 , то зависимость сил давлений от величины площадей поршней можно выразить следующей пропорцией:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}, \text{ или } \frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{D_1^2}{D_2^2},$$

где D_1, D_2 — диаметры поршня.

При передаче жидкостью давления из первого сосуда во второй меняется направление давления. Если в первом сосуде давление (p) и сила давления (F_1) направлены вниз, то во втором сосуде и давление (p) и сила давления (F_2) будут направлены снизу вверх. В то время, когда в первом (малом) сосуде поршень будет опускаться, поршень во втором сосуде будет подниматься вверх. Увеличивая отношение площадей поршней в 10, 100, 1000 и более раз, получим возрастание силы давления на поршень во втором сосуде тоже в 10, 100, 1000 и более раз. При работе гидравлического пресса человек очень просто получает большой выигрыш в силе, этим и объясняется широкое использование гидравлического пресса.

Гидравлические прессы работают на масле, воде, керосине и на других жидкостях. Применяются они для прессования рыхлых веществ: сена, хлопка, стружек; для разнообразных операций по испытанию материалов; для выжимки масла, поднятия тяжестей, например для поднятия автомашины или целых вагонов при их ремонте.

Во время отступления немецко-фашистских войск из Донбасса немцы хотели взорвать одну из самых больших домен Мариупольского металлургического завода. Печь имела высоту 60 метров и весила 1500 тонн. Врагам очень хотелось вывести её из строя. В нижнюю часть домы фашисты заложили взрывчатое вещество. Печь взорвали, но она не рухнула, а только осела и наклонилась набок. Разбирать эту гигантскую печь, восстанавливая завод после войны, было так же сложно и трудно, как и ставить дому заново. Решили печь, не разбирая, выпрямить, починить и снова пустить в действие. Началась небывалая в истории техники работа.

Под три точки основания печи были подведены 15 гидравлических подъёмников большой мощности. Печь сначала подняли над её полуразрушенным фундаментом, выпрямили и, отодвинув

в сторону на 1,5 метра, опустили на новое основание, починив при этом и ту часть печи, что пострадала от взрыва.

Это возможно было сделать только потому, что гидравлические подъёмники увеличивали приложенное к ним усилие в несколько тысяч раз. Соединённые все 15 вместе, они приведены были в действие силой только трёх человек.

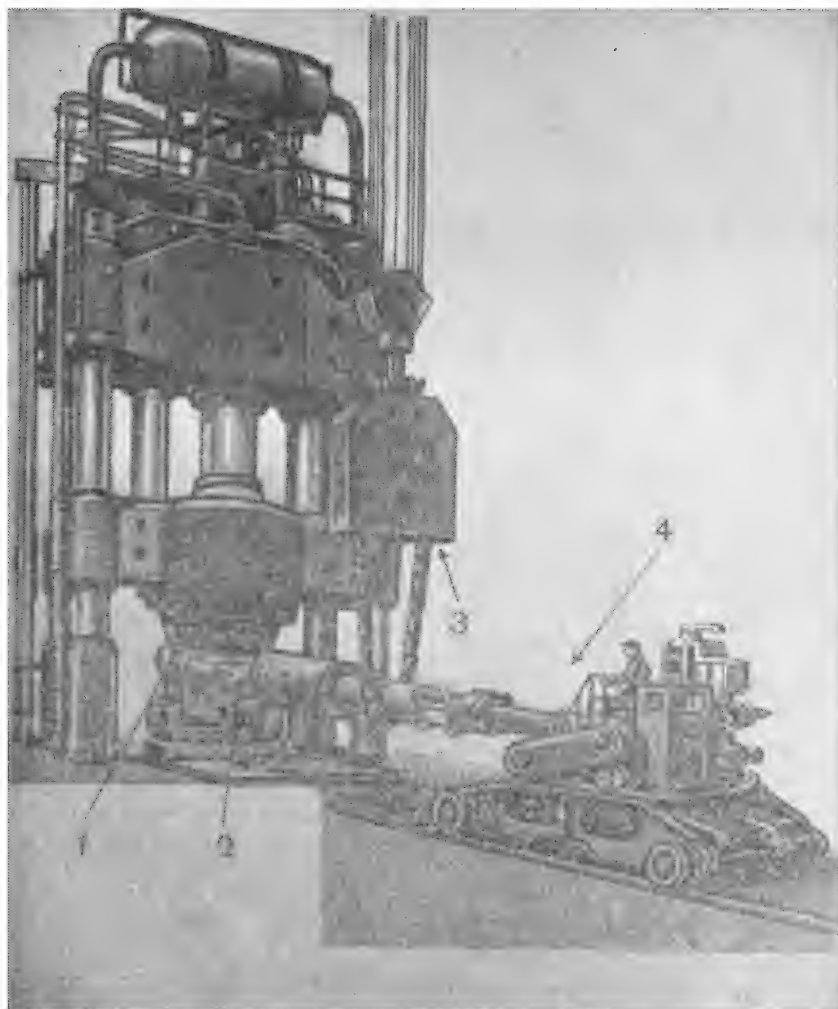


Рис. 120. Ковочный гидравлический пресс на 2500 тонн:

1—боёк пресса; 2—раскалённая обрабатываемая деталь; 3—крановый манипулятор для поддержки детали; 4—рельсовый поворотный манипулятор для подачи под пресс обрабатываемой детали.

Гидравлический пресс широко применяется в кузнечном деле. Один из таких гигантов-прессов показан на помещаемом здесь рисунке 120. Такой пресс развивает усилие в 2500 тонн. Им обрабатывают стальные валы для машин. Подача раскалённых металлических слитков к прессу ведётся не вручную, а специальным манипулятором, имеющим сложное поворачивающееся основание. Управление работой пресса осуществляется с особого пульта, при этом различные автоматические устройства предохраняют работающих от несчастных случаев и вовремя тормозят, когда нужно, движение тяжёлых частей этого гиганта.

Струя воды и её давление

Напор воды и скорость её перемещения в трубах создают условия, при которых струя воды приобретает большую силу.

Вытекая со скоростью около 100 метров в секунду, водяная струя становится упругой, как хорошая сталь. Её не перерубить и саблей.

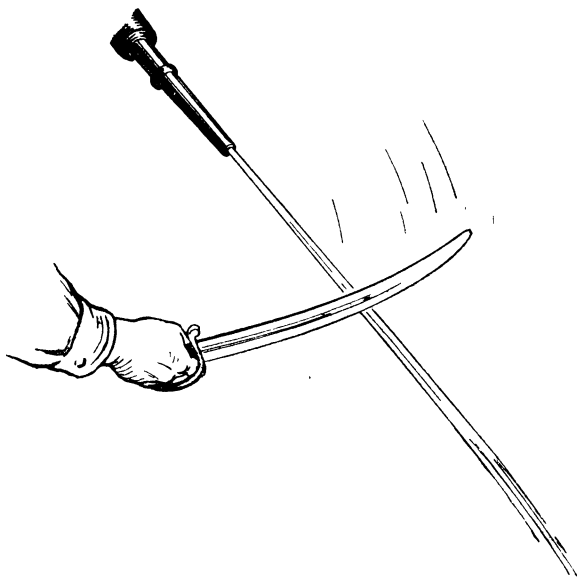


Рис. 121. Сталь не может рассечь струю воды.

В настоящее время, пользуясь силой водяной струи, размыывают и дробят горные породы, прорывают каналы, сглаживают неровности горного пути.



Рис. 122. Струя воды дробит уголь.

В некоторых шахтах, где позволяют условия, весь процесс добычи угля идёт за счёт так называемого гидравлического давления. Струя воды не только дробит уголь, но вымывает куски его из забоев и по особым желобам доставляет его к месту погружки.

Чтобы получить струю воды большой силы, используют особую машину «гидромонитор». Необходимой частью его является насос, создающий большое давление и сообщающий большую скорость вытекающей из него водяной струе. Струя воды большой силы имеет форму сплошного водяного стержня. От сопротивления воздуха и под действием силы тяжести струя в конце концов распыляется и кончается обычно брызгами и водяной пылью. Придя в такое состояние, струя уже не может дать удара большой силы. Это хорошо знают дети больших городов, где каждый рейс машины для поливки улиц сопровождается купанием ребят в струе, представляющей собой веерообразный душ из водяных брызг (рис. 123).

Попасть же под струю из шланга, при помощи которого дворники поливают улицу, очень неприятно. Кроме того, что струя

намочит вас, она и больно ударит. Давление московского водопровода, например, доходит у земли до $5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; такое давление сообщает большую скорость вытекающей воде.



Рис. 123. Поливная машина.

Самоварный и водопроводный краны

Выньте из самовара кран, рассмотрите его устройство, зарисуйте. Измерив высоту налитой в самовар воды от верхнего уровня до крана, подсчитайте наибольшее давление, под которым струя воды выливается из самовара. По мере того как воды в самоваре становится меньше, уровень её понижается, давление струи падает.

Подставив под кран литровую пустую банку, наполните её водой из самовара, заметив при этом время, за которое из самоварного крана вытекает 1 литр воды. Запишите время.

Рассмотрите хотя бы по приложенной здесь (рис. 125) схеме устройство водопроводного крана. Сравните его с краном самоварным (рис. 124). Отметьте, в чём они различны. Открыв кран водопровода полностью, попробуйте пальцем удержать бьющую из него струю воды. Легко ли это сделать? Каково давление воды на палец?

Подставьте под кран водопровода литровую банку, заметьте время её наполнения. Сравните со временем наполнения этой же банки водой из самовара. Подумайте, где скорость вытекания струи больше? (Учтите, что площади отверстий у кранов разные.)

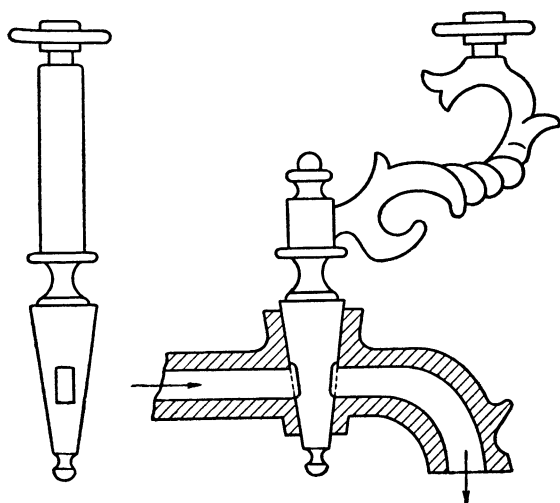


Рис. 124. Кран самовара.

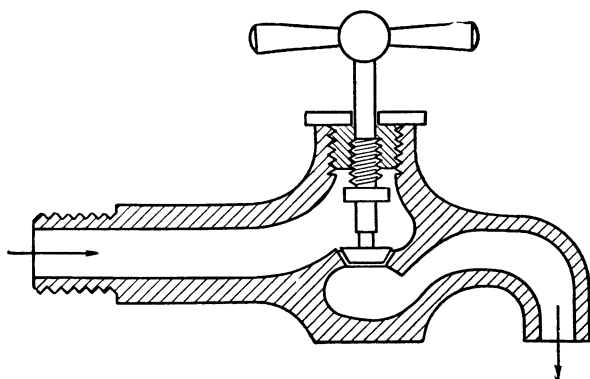


Рис. 125. Водопроводный кран.

Из водопроводного крана вода вытекает под таким давлением, что краном простого устройства пользоваться здесь не представляется возможным: простой кран вода выбила бы из его

гнезда. Поэтому водопроводные краны и имеют иное устройство — винтовую нарезку.

Вопросы

1. На каком принципе основано устройство питьевых фонтанчиков?

2. Почему в приспособлении для мытья стаканов при продаже газированной воды струйки воды не бьют на большую высоту?

3. Под одинаковым ли давлением идёт вода из водопровода на первом и третьем этажах?

4. Чем объяснить, что иногда в верхних этажах вода прекращает вытекать из водопровода, когда в нижних этажах она ещё течёт?

Исследование атмосферы

Воздух толстым слоем окружает со всех сторон Землю. Толщина слоя воздуха над Землёй точно ещё не определена. Для определения высоты атмосферы учёным приходилось заниматься изучением целого ряда отдельных явлений, возникающих в высоких слоях атмосферы, по которым можно судить и об общей высоте всей атмосферы.

Так, оказалось, что если наблюдать за возникновением облаков, то самые высокие из них, «перистые» облака, могут плыть на высоте 10—11 км. Значит, на этой высоте ещё есть воздух, в котором может происходить процесс образования облака из водяных паров.

Если вести наблюдение за падением метеоритов, то можно хотя бы приблизительно определить высоту, на которой эти небесные тела, ворвавшись с большой скоростью в земную атмосферу, при трении о воздух накаляются и начинают светиться. Эта высота определена учёными от 70 до 200 км.

Ещё бóльшую высоту атмосферы удалось определить из наблюдений над северным сиянием.

Северное сияние фотографируется одновременно из разных пунктов. Сопоставляя полученные фотографии, удаётся опреде-

лить высоту северных сияний. Наибольшая высота их определена в 400—500 км над Землёй. Следовательно, и на этой высоте есть воздух, в котором происходят разряды атмосферного электричества, составляющие сущность полярных сияний.

В настоящее время установлено, что резкой границы у атмосферы нет.

Не только наблюдать с земли явления, происходящие в атмосфере, но и самому подняться в воздух — было с давних времён мечтой человека.

В своих первых полётах человек стремился подражать полёту птиц, устраивая себе различные крылья. Сохранились сведения, что в России ещё в 1565 г. холоп боярина Лопатова Никита построил крылья и совершил полёт с вышки дворца в Александровской слободе.

Полёты на аппаратах тяжелее воздуха привели в дальнейшем к развитию самолётостроения, дали человечеству воздушный транспорт. Наибольшая высота, которую удалось достичь на самолёте, составляет около 30 км.

Много высотных полётов человек осуществил при помощи аэростатов. Эти аппараты легче воздуха. По закону Архимеда, тела, находящиеся в воздухе, испытывают с его стороны выталкивающую (подъёмную) силу. Если тело по своему весу легче, чем вытесненный им объём воздуха, оно будет всплывать в воздухе. Таким телом явились воздушные шары, наполненные каким-либо лёгким газом. Первые воздушные шары наполняли подогретым воздухом.

В 1731 г. рязанский подьячий Крякутный поднялся на воздух, наполнив дымом большой мешок.

В старинной рукописи так говорится об этом пионере воздухоплавания:

«...мешок сделал большой, надул дымом поганым и вонючим, от него сделал петлю, сел в неё, и нечистая сила подняла его выше берёзы и после ударила его о колокольню, но он уцепился за верёвку, чем звонят, и остался тако жив. Его выгнали из города, он ушёл в Москву, и хотели закопать живого в землю и сжечь...»

Позднее такой воздушный шар был сделан французами братьями Монгольфье. 5 июня 1783 г. этот шар при большом стечении народа был наполнен тёплым воздухом и поднялся в воздух с площади города Аннанэ. Оболочка шара была сделана из

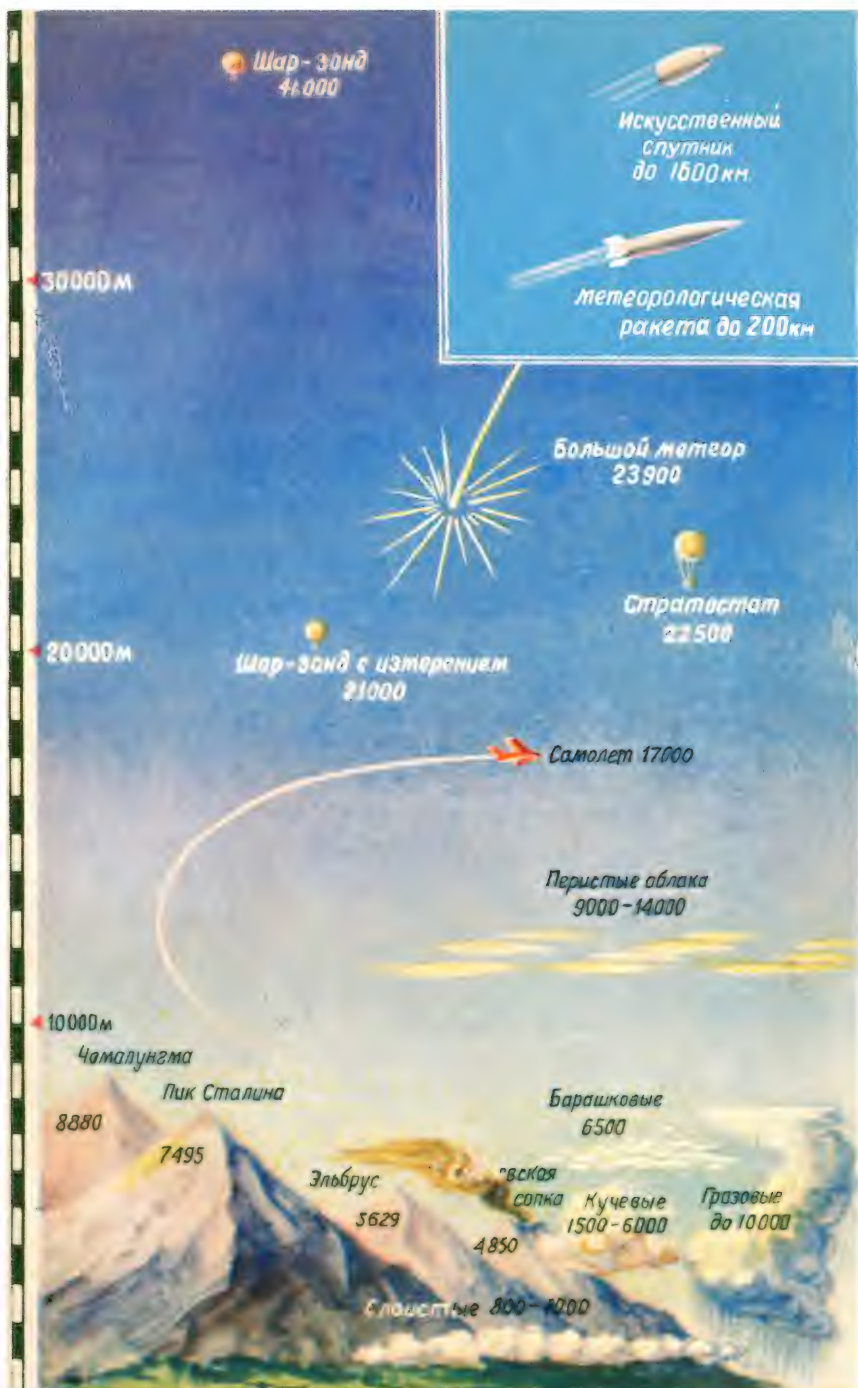
полотна и бумажного чехла. Диаметр шара был около 10,5 м, объём — 600 куб. м, вес шара — 225 кг. Шар поднялся на высоту 600 м и благополучно спустился в 2 км от места взлёта. Полёт шара братьев Монгольфье произвёл огромное впечатление. Академия наук назначила комиссию по проверке полёта, изобретатели получили премию и должны были повторить свой опыт в присутствии короля и знати в Версале. Второй полёт шара Монгольфье состоялся 19 сентября 1783 г. На этот раз баллон шара был сильно разукрашен, а в лодке, прикреплённой внизу шара, были первые пассажиры: овца, петух и утка. Шар был наполнен тёплым воздухом и поднялся на высоту 1500 м. Полёт шара длился 8 минут, после которых шар благополучно спустился на землю. Пассажиры остались живы и невредимы. До настоящего времени воздушные шары, поднимающиеся действием тёплого воздуха, называют монгольфьерами.

Слои атмосферы, лежащие выше 12 км, получили название стратосферы. Воздушные шары, поднимающиеся с людьми в стратосферу, называются «стратостатами».

Первым стратостатом, поднявшимся до 16 км высоты, был стратостат О. Пикара. Советский стратостат «СССР-1» в 1933 г. поднялся до 19 км и превысил мировой рекорд высоты того времени, установленный Пикаром.

В 1934 г. советский стратостат «Осоавиахим-1» поднялся ещё выше — более 22 км. В настоящее время человек на стратостате смог достичь высоты 31 км. Подъём человека в стратосферу сопряжён с большими трудностями и опасностью. Управлять полётом стратостата, как самолётом, нельзя. Стратостат целиком подчиняется воздушным течениям и летит туда, куда дует ветер. Если человек не пользуется на большой высоте специальным дыхательным аппаратом, то у него нарушается кровообращение и дыхание.

Значительно проще для исследований верхних слоёв атмосферы пользоваться подъёмом на воздушных шарах-зондах самопишущих приборов, что и применяется в настоящее время. К проволоке на некотором расстоянии от шара подвешивается прибор, автоматически регистрирующий температуру, давление, влажность и прочие качества высоких слоёв атмосферы. У поднявшегося шара-зонда оболочка на высоте разрывается от расширяющихся в ней газов, и все приборы, как бы высоко ни залетал шар, на особых парашютах опускаются на землю. По за-



Исследование атмосферы.

писям этих приборов и ведётся изучение высоких слоёв атмосферы — до 30—35 км. (рис. 126).

Сложные приборы, находящиеся в искусственных спутниках Земли, запущенных в 1957 году Советским Союзом, впервые дадут возможность человечеству исследовать самые верхние слои земной атмосферы. Впервые будет определена плотность и состав воздуха на этой высоте, его температура и давление, а также выяснится характер излучений Солнца, которые не достигают поверхности Земли.

Давление атмосферы

Воздух имеет вес. По приближённым подсчётам вес всей атмосферы, окружающей Землю, равен 5 300 000 000 000 тонн. Весомость воздуха удерживает его у Земли и препятствует рассеиванию атмосферы в окружающем мировом пространстве. Каждый воздушный слой, выделенный из общей толщи воздуха, сжат весом вышележащих слоёв. В силу этого каждый воздушный слой испытывает давление и передаёт его слоям, ниже его расположенным. У поверхности Земли воздух сжат сильнее всего, и здесь давление воздуха наибольшее (чему оно равно?).

Воздух, как всякий газ, стремится расшириться. Мешают этому расширению сами же частицы воздуха, которые при своём движении оказывают давление на соседние частицы и, в свою очередь, воспринимают равное давление от них. Это давление воздуха называют «упругостью воздуха». Воздух оказывает всестороннее давление на все тела, находящиеся в нём. Если бы это давление воздуха было односторонним, многие тела были бы раздавлены воздухом. (Почему?)

Но так как давление воздуха всестороннее, т. е. воздух давит со всех сторон одинаково, действие этого давления обычно незаметно и нужны особые условия, чтобы обнаружить его.

(Вспомните, для чего и как ставится опыт Торичелли.)

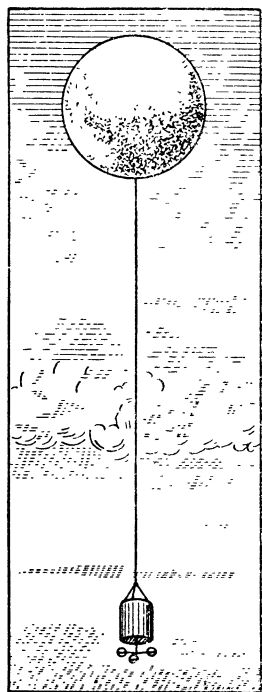


Рис. 126. Шар-зонд



Рис 127 Разность давления воздуха внизу и наверху высотного дома Московского университета

Опыты по определению давления воздуха

1. Пустой сосуд (стакан, бутылку), опрокинув вверх дном, сразу погрузите в воду. Вода войдёт в сосуд, но не заполнит всего его объёма. Объясняется это тем, что в «пустых» сосудах находится воздух. При погружении сосуда в воду воздух, в силу своей упругости, лишь немного сжимается под давлением воды, но не вытесняется ею из сосуда. Если же сосуд наклонить так, чтобы часть его края или горлышка вышла из воды, вода вытеснит воздух из сосуда и он отдельными пузырьками, с бульканьем выйдет из сосуда и уступит место воде.

2. Если воронку затянуть по широкому отверстию резиновой плёнкой, то при всасывании из воронки воздуха ртом резиновая плёнка прогибается под давлением наружного воздуха и может даже лопнуть.

3. Если кусок бумаги накрыть книгой и книгу быстро поднять, бумажка поднимается вместе с книгой, словно прилипшая. Что прижимает бумагу к книге в этом опыте?

4. Наполните стакан до краёв водой и накройте его листком бумаги; бумагу прижмите ладонью и быстро переверните стакан дном вверх. Если отнять руку, бумага не отпадёт и вода не выльется. Этот опыт доказывает, что воздух давит не только сверху вниз, но и снизу вверх.

5. Налить бутылку поплотнее (до краёв) водой, закрыть рукой горлышко и, перевернув бутылку, окунуть горлышко в ведро с водой. Отнять руку. Почему вода из бутылки не выливается? Какой исторический опыт напоминает это явление?



Рис. 128. Каждый глоток жидкости возможен лишь благодаря изменению давления воздуха в полости рта.

6. Снять ситечко с носика садовой лейки. Подобрать к ситечку хорошую пробку. Погрузив всё ситечко в воду, закрыть под водой пробкой его верхнее отверстие и, держа вверх концом, заткнутым пробкой, вынуть из воды. Вода не выльется из нижних отверстий до тех пор, пока не откроем пробку. Как объяснить этот опыт?

Поилка для птиц

При содержании птиц в летнее тёплое время много хлопот доставляет забота о том, как обеспечить птицу свежей водой для питья. Вода, поставленная в клетку или на птичий дворик в открытом сосуде, быстро грязнится и быстро высыхает — испаряется. Удобно устроить особые поилки для птиц, о которых говорится ниже и которые в настоящее время уже часто встречаются на птицефермах.

1. Поилку для маленьких птичек, содержащихся в клетке, можно устроить из небольшой пробирки и низкой баночки или чашечки.

Пробирку надо наполнить до краёв свежей водой и, зажав пальцем, опрокинуть в чашечку, предварительно тоже до половины налитую водой. Под давлением атмосферного воздуха вода не будет выливаться из пробирки. Чтобы пробирка стояла вертикально, дном кверху, надо её прикрепить к прутьям клетки, закрепить тоненькой проволочкой или привязать ниткой.

2. Поилку для кур, цыплят надо устроить побольше. Для этого удобнее взять чистую бутылку, наполнить её свежей водой и, закрыв пальцем, опрокинуть бутылку в чашку с водой. Чашку надо подобрать в виде миски, из которой птице удобно было бы пить воду. Бутылку надо укрепить в вертикальном положении около специально сделанной деревянной стойки или у стены особыми металлическими скобами, как указано на рисунке 129.

Вода, предназначенная для питья птиц, находится в закрытом сосуде (пробирке или бутылке) и этим предохраняется от загрязнения и высыхания. Когда птицы пьют воду, уровень воды в чашке поилки понижается. Между краем горлышка бутылки и поверхностью воды в чашке временно образуется свободное пространство (щель), через которое пузырёк воздуха может проникнуть в бутылку. Этого небольшого количества воздуха оказы-

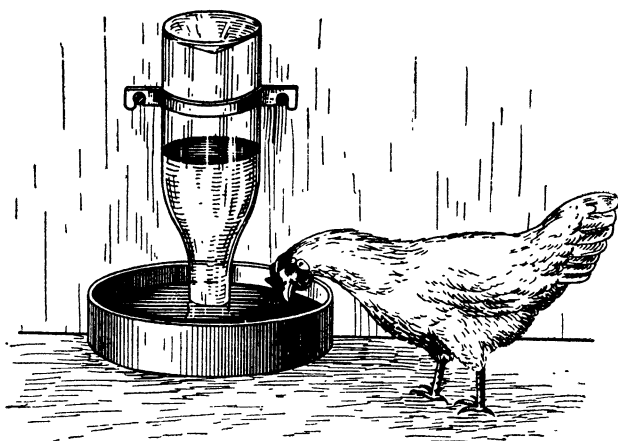


Рис. 129. Поилка для кур, часто употребляемая на птицефермах.

вается вполне достаточно, чтобы оказать некоторое давление на воду сверху и заставить её выливаться из бутылки. Объём вылившейся в чашку воды невелик, но он повысит уровень воды в чашке и прекратит дальнейшее вытекание воды из бутылки, «запрёт» её.

Занимательный опыт

Колбу или большую пол-литровую молочную бутылку закрыть плотно пробкой. Через пробку пропустить две стеклянные трубки: одну прямую, закрытую сверху, другую согнутую под прямым углом.

На конце прямой трубки привязать небольшой мешочек из оболочки детского воздушного шара. На конец согнутой трубки надеть резиновую трубку с хорошим зажимом.

При отсасывании из колбы воздуха через согнутую трубку мешочек на конце прямой трубки будет раздуваться и расширяться. Если на нём предварительно (осторожно, чтобы не проколоть) нарисовать глаза и рот, то при раздувании мешочка получится забавного вида надутая рожица.

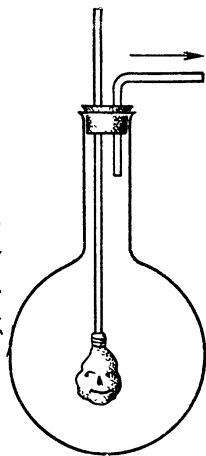


Рис. 130. Расширение резинового шарика в колбе.

Человек и воздушная среда

Человек живёт в нижних слоях атмосферы. Весь наш организм приспособлен и к определённому составу воздуха и к его давлению, равному $1 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$. Необходимый для нашей жизни кислород составляет приблизительно только $\frac{1}{4}$ часть состава воздуха. Поэтому человек принуждён вдыхать значительный объём

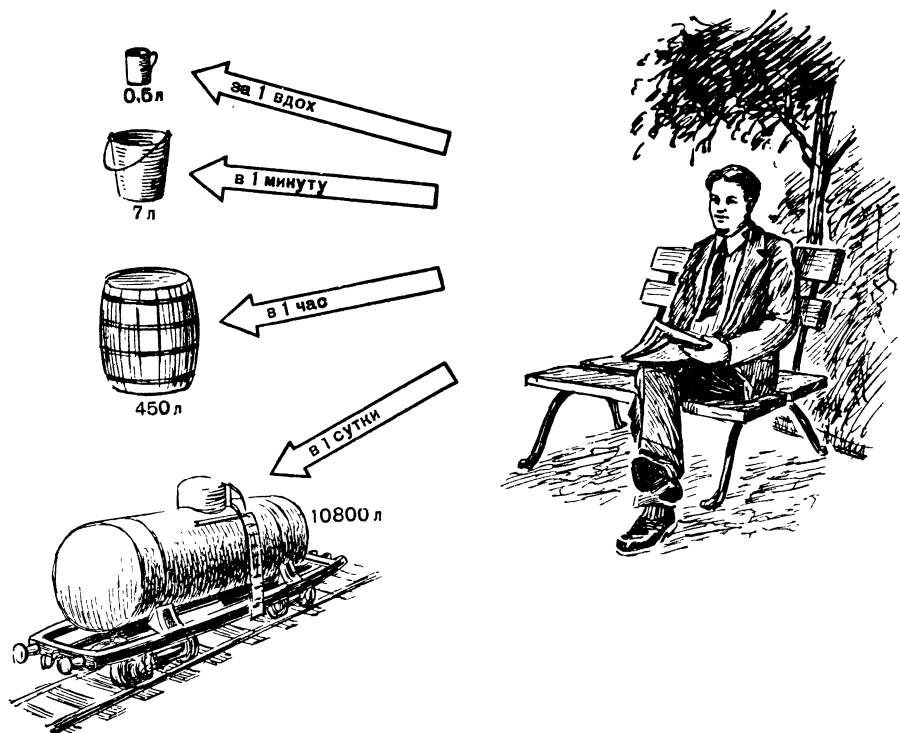


Рис. 131. Объём воздуха, вдыхаемого человеком..

воздуха, чтобы обеспечить себя кислородом. Воздух представляет собой смесь различных газов. Газы в воздухе располагаются в зависимости от их плотности. Чем выше слой воздуха, тем больше в нём содержится лёгких газов и меньше газов тяжёлых. К лёгким по удельному весу газам необходимо отнести газ водород и гелий; кислород, углекислый газ и азот — газы тяжёлые,

и их в верхних слоях воздуха меньше, чем у поверхности Земли. Не только состав воздуха меняется с высотой, но меняется и плотность воздуха. Верхние слои воздуха менее сжаты, в единице объёма такого воздуха содержится меньшее число молекул, чем в нижних слоях. На высоте более 7—8 километров воздух значительно «разрежён». Человеку, поднявшемуся на такую высоту и выше, не только не хватает кислорода, но трудно становится дышать из-за разрежённости воздуха. Начинается «кислородное голодание» и болезненные ощущения из-за малого атмосферного давления. Появляется шум в ушах, слабость, потеря сознания, разрыв кровеносных сосудов. Человек погибает. Необходима длительная подготовительная тренировка для всякого поднимающегося на большие высоты, будь это восхождение на высокие горы или подъёмы на самолётах.

Кислородные маски или аппараты, подающие кислород для дыхания, являются необходимым снаряжением при подъёме на большую высоту.

В последнее время скоростные пассажирские самолёты, например ТУ-104 и ТУ-114, совершающие свои рейсы на большой высоте, оборудуются специальными изолированными кабинами, в которых поддерживается нормальное давление воздуха и температура.

Наблюдение за изменением атмосферного давления по барометру

Имея барометр или пользуясь школьным барометром, можно провести интересные наблюдения за изменением атмосферного давления в течение некоторого промежутка времени, например за неделю, за 10 дней, за месяц. Эти изменения в атмосферном давлении без соответствующего прибора — барометра — мы обычно не можем ощутить. С изменением давления атмосферного воздуха связано отчасти и изменение погоды. Поэтому очень полезно, проводя наблюдения над атмосферным давлением, связать все изменения этого давления с изменением погоды. За общей картиной изменения погоды можно следить по сводкам погоды, передаваемым по радио.

Свои наблюдения необходимо записать. Записи можно делать в тетради, в специально сделанной для этого случая записной

книжке, куда внести и «календарь погоды»; в итоге своих наблюдений хорошо начертить график изменения атмосферного давления.

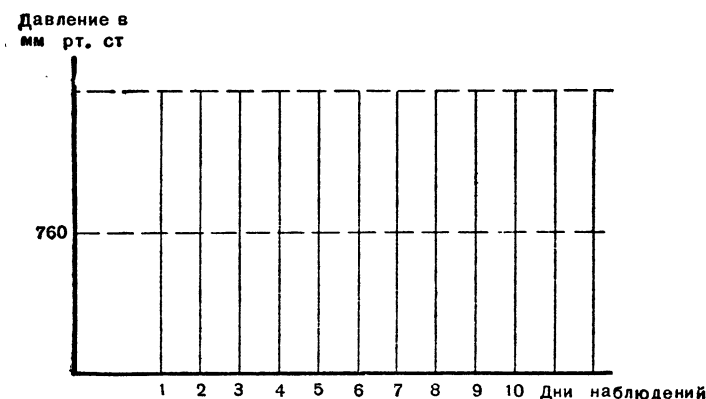


Рис. 132. График атмосферного давления (заготовка).

Для построения графика изменения атмосферного давления надо провести две прямые: вертикальную, на которой откладывать показания барометра в миллиметрах ртутного столба, и горизонтальную, которую следует разделить на равные части, соответствующие тому числу дней, в которые велись ежедневно наблюдения.

Предположим, что наблюдения проводились ежедневно в одно и то же время (9 час. утра) с 1 по 10 апреля, т. е. всего десять дней.

Тогда подготовительная сетка для графика изменения атмосферного давления за эти десять дней будет выглядеть так:

На вертикальной оси намечаем величину нормального атмосферного давления 760 мм рт. ст. Так как изменения атмосферного давления в наблюдаемый срок могут произойти и в сторону увеличения, и в сторону уменьшения нормального давления, то их величины в выбранном масштабе следует откладывать или выше проведенной пунктирной линии, или ниже её.

В качестве образца ниже помещается кривая атмосферного давления, сделанная учащимися VI класса на клетчатой бумаге из тетради.

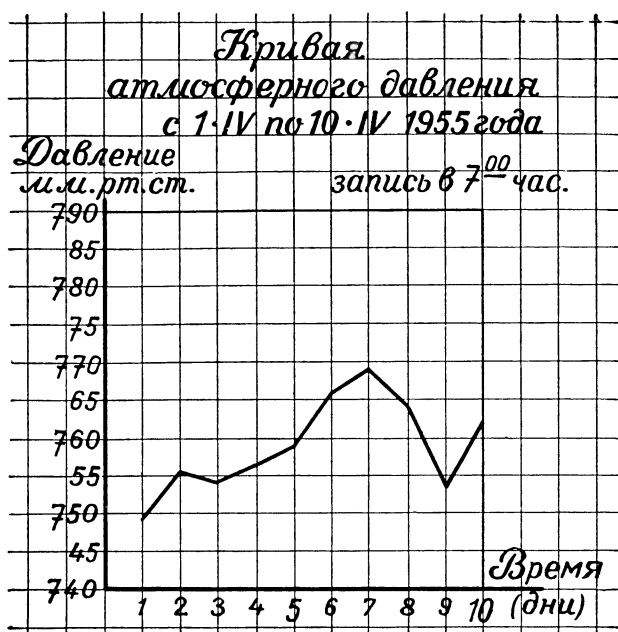


Рис. 133. Кривая изменения атмосферного давления.

Сифон

Как перелить жидкость из бочки в ведро, не черпая её ведром и не наклоняя бочки?

Жидкости, подвергающиеся брожению, — квас, пиво, вино — обычно хранятся в бочках. Бочки наглухо закрыты и только в одном из днищ имеют небольшое отверстие, закрытое деревянной пробкой.

Если при отливании жидкости каждый раз открывать всю бочку, жидкость быстро будет портиться.

Как же отлить часть жидкости из такой бочки?

Это можно сделать при помощи «сифона».

Резиновую трубку одним концом вставляют в отверстие бочки, вдвигая её до погружения в жидкость, и всасывают (обычно ртом) через трубку жидкость из бочки, держа свободный конец трубки ниже уровня жидкости в бочке.

Стоит только резиновой трубке наполниться жидкостью, как последняя станет вытекать, не переставая, из бочки в ведро, как указано на рисунке 134.

Действие сифона объясняется следующим.

Всякая жидкость под давлением атмосферного воздуха в торичеллиевой (лишённой воздуха, пустой) трубке располагается на определённой высоте, соответственно её удельному весу. Для воды эта высота равна $10,3\text{ м}$; для ртути — 76 см .

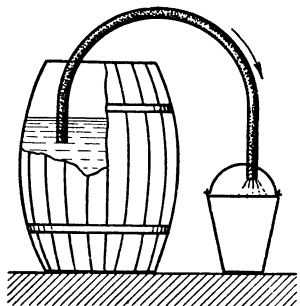


Рис. 134. Сифон.

Если взять два сосуда с водой и опорокинуть в каждый из них торичеллиевы трубки меньшей высоты, чем $10,3\text{ м}$, заполненные водой, то вода не выльется из этих трубок и будет полностью их заполнять.

На верхний конец трубок вода давит: в I трубке весом столба воды высотой $10,3\text{ м} - 2\text{ м} = 8,3\text{ м}$; во II трубке — весом столба воды высотой $10,3\text{ м} - 4\text{ м} = 6,3\text{ м}$.

Если бы теперь соединить трубки в их верхних концах, то давление, большее в трубке I, будет гнать воду в сторону II трубки, где давление будет меньше.

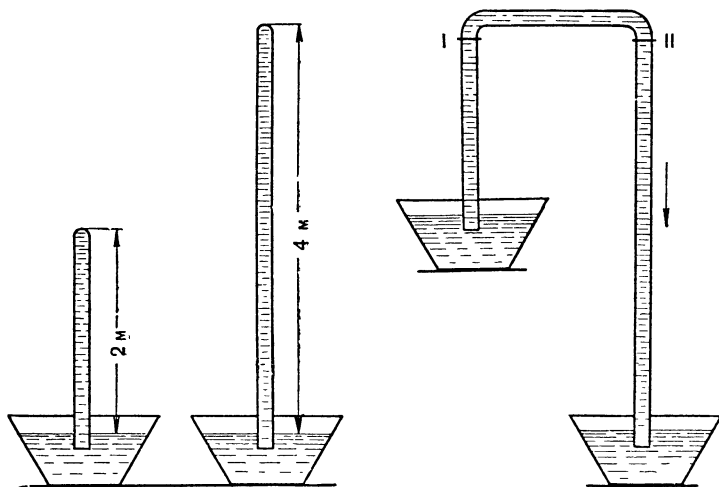


Рис. 135. К объяснению действия сифона.

Из резиновой трубки попробуйте устроить сифон и при помощи его переливайте воду из одного стакана в другой. Заметьте, при каких положениях уровней вода будет переливаться из ста-

кана в стакан и при каком положении уровней переливание воды будет прекращаться.

Самодельный жидкостный манометр

Для измерения малых разностей давления служат жидкостные манометры. Для изготовления жидкостного манометра требуется довольно длинная (в 1,5 м) стеклянная трубка. Разогрев её на пламени примуса или газа, надо осторожно согнуть трубку так, чтобы одно колено трубки было примерно вдвое больше другого. Когда трубка остынет, короткий конец её слегка разогреть и отогнуть под углом, как указано на рисунке 136. Из двух тол-

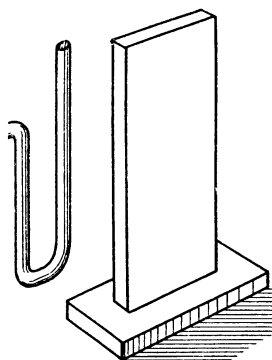


Рис. 136.

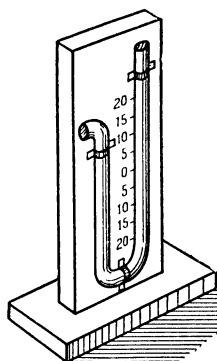


Рис. 137.

стых деревянных дощечек приготовить стойку под манометр. Стойка должна представлять собой вертикально укреплённую доску на устойчивой подставке. Стойка должна быть сделана крепко и правильно (укрепляя доски, пользуются ватерпасом, угольником или отвесом). Вертикальная доска по своим размерам должна быть такой, чтобы на ней свободно можно было прикрепить согнутую трубку. До прикрепления трубки на вертикальную доску приклеить лист белой бумаги, разделённый на сантиметры и миллиметры. Можно использовать полоску готовой миллиметровой бумаги. Согнутую трубку прикрепить в трёх местах (рис. 137) вырезанными из жести пластинками, проложив между ними и стеклом кусочки промокательной бумаги или фланельки. Укрепить трубку надо так, чтобы она не ёрзала по доске,

а держалась на ней крепко. Затем подкрасить воду и влить небольшое количество её в трубку манометра. Вода, успокоившись, расположится в обоих коленях трубки на одинаковом уровне. Против этого уровня на листе бумаги провести черту и написать «0». Далее лист разметить в миллиметрах и сантиметрах вверх от нуля и книзу от него примерно так, как указано на рисунке 138.

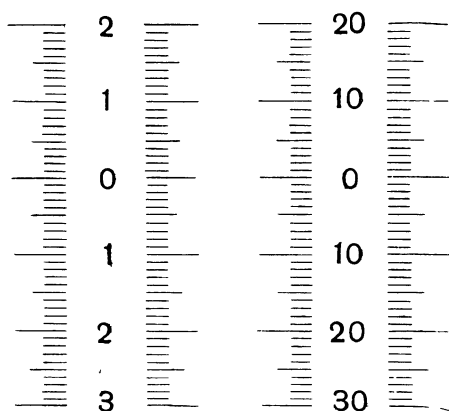


Рис. 138. Шкалы для манометров.

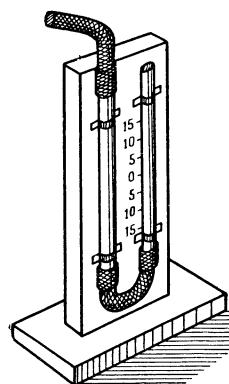


Рис. 139.

Надеть на отогнутый конец трубки резиновую трубку подлиннее — и манометр готов.

Если нет длинной стеклянной трубки и нет возможности её согнуть, можно два небольших отрезка стеклянной трубки соединить резиновой и сделать колено манометра, согнув резиновую трубку (рис. 139).

Измерение давления манометром

Для измерения давления воздуха или газа внутри какого-либо сосуда манометром надо его резиновую трубку присоединить к этому сосуду. Следить за уровнем жидкости в обоих коленях манометра.

а) Если в обоих коленях манометра жидкость стоит на одинаковом уровне, считать давление газа внутри сосуда таким же, как и давление окружающего воздуха.

б) Если уровень жидкости в коротком колене манометра ниже, чем в другом, считать давление внутри сосуда бóльшим, чем давление окружающего воздуха.

в) Если в коротком колене манометра жидкость стоит выше, чем в другом колене, считать, что внутри сосуда давление меньше, чем давление окружающего воздуха.

При разности уровней жидкости в трубках манометра расчёт разницы атмосферного давления и давления в сосуде делается по формуле:

$$p = dh,$$

где p — искомая разница давлений;

d — удельный вес жидкости манометра;

h — разность её уровней в сантиметрах.

Например, имеем разность уровней, равную 5 мм, т.е.

$h = 0,5 \text{ см}$; $d = 1 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$ и разница между внешним и внутренним давлением $P = 1 \frac{\Gamma}{\text{см}^3} \cdot 0,5 \text{ см} = 0,5 \frac{\Gamma}{\text{см}^2}$, или $P = 0,0005 \frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$, имея в манометре не воду, а ртуть, берём $d = 13,6 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$; для спирта $d = 0,8 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$ и т. д.

Можно проделать следующие опыты с использованием своего манометра.

Насадив крепко конец резиновой трубки манометра на стеклянную воронку, широкое отверстие её затянуть резиновой плёнкой. Когда жидкость в манометре успокоится, опустить воронку в ведро с водой. Следить, как изменяется давление внутри воды с глубиной погружения воронки. Установив воронку на определённой глубине в воде, повёртывать её отверстием в разные стороны, вверх и вниз, следя за показанием манометра.

2. Открыть трубу у вытопленной незадолго до опыта печи. Ввести в печь резиновую трубку манометра. Уровень воды в коротком колене манометра поднимается. Рассчитать давление тёплого воздуха в печи (при тяге).

3. Резиновый мешок медицинской грелки надуть слегка воздухом и соединить его накрепко с резиновой трубкой манометра. Положить мешок горизонтально и класть на него одну за другой толстые книги (груз). Манометр хорошо покажет изменение давления воздуха, замкнутого в мешке.

4. Если достать стеклянную трубку общей длиной около 1,7 м, можно сделать манометр для измерения уже значительно большего избыточного давления, например наибольшего напора воздуха при дутье ртом. Этим способом определяется «сила лёгких». Дуть надо не рывками, а плавно увеличивая давление.

5. Этим же прибором можно измерить наибольшее разрежение, создаваемое при всасывании ртом. В этом случае надо ртом тянуть воздух из верхнего конца трубки.

Вопросы

1. Почему только при открывании бутылки квас и другие шипучие жидкости начинают пениться?

2. Изменится ли показание барометра, если его из комнаты вынести на открытый воздух?

3. Измерьте площадь оконного стекла и вычислите, какое давление оно испытывает со стороны воздуха?

4. Почему под давлением наружного воздуха оконное стекло не продавливается?

5. Как воздух выходит через толщу воды?

6. Почему журчат ручьи?

7. Почему толстый слой грязи засасывает ноги?

8. Какое отношение к изучению свойств воздуха имеют следующие учёные: Отто Герике, Паскаль, Торичелли?

9. Показание барометра, равное 760 мм рт. ст., школьник определил как давление, равное 1,033 технической атмосферы, а показание 740 мм рт. ст. — как равное 0,975 технической атмосферы. Не ошибся ли школьник?

10. Можно ли при помощи металлического барометра измерить давление сжатого воздуха (хотя бы в камере футбольного мяча)?

Давление ветра

При своём перемещении воздух образует ветер. Если ветер на своём пути встретит преграду, он оказывает на неё давление. Это давление измеряется в $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$,

Давление в воздухе, находящемся в покое, передаётся во все стороны одинаково (закон Паскаля). Про давление, оказываемое ветром, того же сказать нельзя. Ветер дует всегда в определённую сторону, имеет определённое направление. В этом направлении и возникает давление ветра. Если ветер дует с север-

ной стороны, его называют северным, если направление ветра с юга на север, его называют южным ветром. Направление ветра можно определить по движению облаков, направлению дыма, выходящего из трубы, по наклонению ветвей деревьев или по флюгеру. Устройство флюгера может быть различным, но всегда оно

настолько просто, что флюгер может себе устроить каждый. Флюгером может служить стрелка, флажок или фигура петуха, вырезанные из жести и прикреплённые к шесту

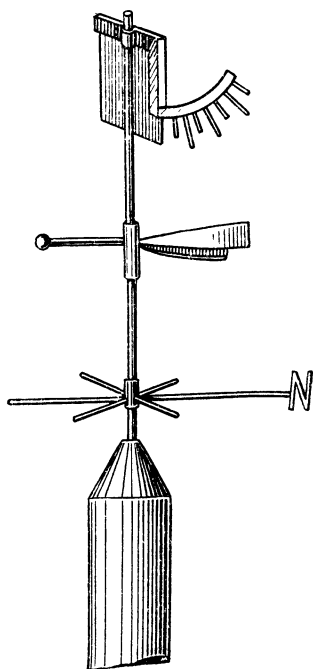


Рис. 140. Флюгер Вильда.

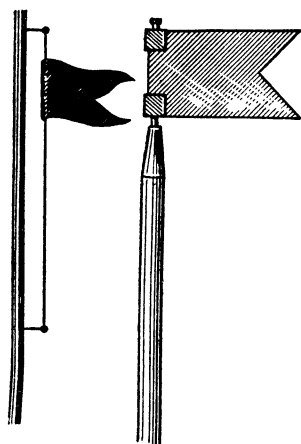


Рис. 141. Простые флюгеры.

так, что свободно могут вращаться под давлением ветра. Прикрепив флюгер на крыше дома или сарая, на отдельном шесте, можно вести наблюдения за направлением ветра в течение продолжительного времени.

Флажок из материи или даже небольшая лента, пришитые к шнурку, тоже могут служить хорошим флюгером. Шнурок с пришитым флажком продевают через два колечка, расположенных на разной высоте шеста, закрепляют концы шнура, натянувши его. Укреплённый таким образом флажок при передвижении шнурка может быть поднят кверху и спущен вниз.

Для быстроты определения направления, откуда дует ветер, под флюгером, на том же шесте или палке, где он укреплён, помещают звёздочку сторон света, сделанную из палочек, распо-

женных крестообразно. К концам палочек прибавляют обычно одну или несколько букв (можно вырезать из жести): С, Ю, З, В (или, соответственно, N, S, W, O). Устанавливать звёздочку надо сообразуясь с компасом (рис. 140).

Давление ветра обычно называют «силой ветра». Сила ветра с давних пор используется человеком.

Движение парусного флота, ветряных мельниц прошлых времён и ветродвигателей нашего времени основано на использовании давления ветра. Ветёр вызывает особые воздушные и морские течения, учитывать которые необходимо и в воздухоплавании, и в мореходстве; устраивая различные вентиляторы, мы создаём искусственное течение воздуха в желательном для нас направлении, этим пользуются в очень многих отраслях промышленности и в быту. Силу ветра принято оценивать баллами. Эта оценка основывается на ряде наблюдений за некоторыми природными явлениями.

Приводим таблицу таких наблюдений над действием ветра.

Оценка в баллах	Действия, производимые ветром	Скорость в $\frac{м}{сек}$	Давление ветра
			$\frac{кг}{м^2}$
0 — тихо	Листья на деревьях не шевелятся. Дым из труб поднимается вертикально.	0 — 0,5	0,02
1 — слабый ветер	Приводит в движение полотнище флага, шевелит листья на деревьях. Ощущается лицом и рукою.	1 — 3	0,08 — 0,5
2 — умеренный	Волнует флаг, качает ветви деревьев, подымает пыль и несёт клочки бумаги.	3 — 7	1,5 — 3,5
3 — довольно сильный	Качает сучья деревьев. Вырывает зонтик из рук. Полотнище флага плещется.	7 — 12	6 — 10
4 — сильный	Колеблет самые большие сучья деревьев и тонкие стволы.	12 — 18	16 — 23
5 — очень сильный	Ломает ветки и сучья, клонит деревья к земле. Задерживает движение пешехода. Срывает фуражку.	18 — 25	32 — 44
6 — ураган	Сбрасывает трубы с домов, срывает крыши, вырывает с корнем деревья.	25 и более	58 и более

Полёт бумажного змея

На рисунке 142 изображён плоский бумажный змей в положении, когда он «стоит» в воздухе при ветре.

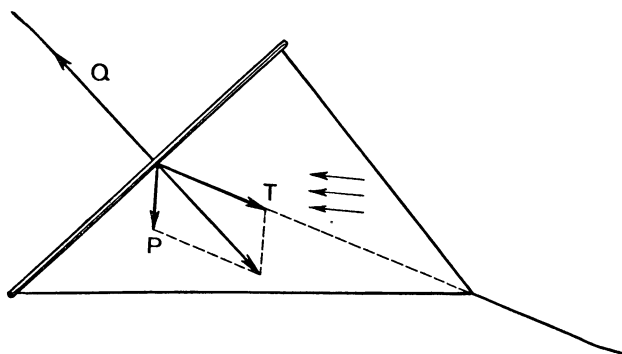


Рис. 142.

На змей действуют 3 силы:

- 1) вес змея, который тянет его вниз (P),
- 2) сила тяги верёвки (T),
- 3) сила давления ветра, направленная под прямым углом к поверхности змея (Q).

Силы P и T уравниваются давлением ветра. Змей «стоит».

При прекращении ветра змей должен упасть вниз. Для того чтобы змей держался в воздухе при отсутствии ветра, надо бежать и тянуть за собой верёвку. В таком случае змей сам окажет давление на воздух, и со стороны воздуха возникнет такая же противодействующая сила, необходимая для поддержания змея на высоте.

Русский прямоугольный змей

Для изготовления такого змея может быть использована бумага: газетная, писчая и обёрточная тонкая. Размеры змея могут быть различны, они зависят от размеров взятого листа бумаги. Удобнее делать змей из двух писчих листов бумаги, склеив эти листы вместе и получив змей размерами примерно 50×75 см. Основанием змея служат деревянные планки, сделанные из тонких дранок. Планок шириной 12—15 мм, толщиной 3—4 мм — три. Планки (две), которые пойдут по диагоналям змея, брать длиной

70—80 см, поперечную планку, которая будет крепить верхний край змея, лучше брать длиной около 45 см. Края бумаги завёртываются и заклеиваются, как рубец, на спине змея. Для прочности в рубец боковых и нижнего краёв змея можно ввести узкую тесьму из тряпки или бечёвку. По заготовленной покрывке (рис. 143). с отогнутыми кромками и вырезанными в них угол-

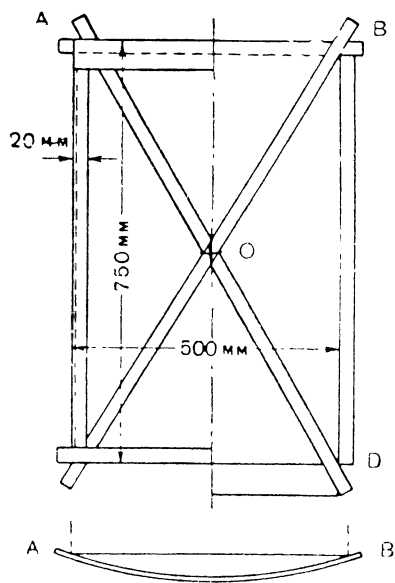


Рис. 143. Змей русский привязной; правая половина заклеена (бумага с той стороны), левая половина не заклеена.

ками необходимо наметить длину всех планок, сделать на последних зарубки.

Внутренний крест диагональных планок и места пересечения их в верхних углах связать тонкой верёвкой или суровой ниткой. Когда остов из планок готов, на него можно наклеить бумагу. Клей сделать из муки. Столовую ложку муки (ржаной, пшеничной или картофельной) развести сначала небольшим количеством холодной воды, потом заварить крутым кипятком, помешивая палочкой, чтобы не было комков. Если клейстер выйдет слишком жидок и не приобретёт стекловидности, его следует прокипятить на лёгком огне.

Клейстер долго хранить нельзя, на второй-третий день он уже становится негодным.

Тотчас после склеивания всю поверхность змея надо расправить и положить под пресс. Когда змей высохнет, следует верхнюю поперечную планку слегка покоробить (стянуть осторожно шнуром; при этом выпуклость планки должна быть обращена в ту сторону, на которую наклеена бумага). К змею делается из нитей «уздечка». Одна нить привязывается концами к верхним углам змея в точках А и В. В привязанном состоянии эта нить должна равняться по длине линии АОВ. Вторая нить одним концом укрепляется в середине первой нити и другим концом укрепляется в точке О у внутреннего креста планок. Длина второй нити должна равняться половине большей стороны змея (ВD).

К нижним концам диагонали планок должен быть прикреплѣн «хвост» змея.

Нить, равная по длине 2 или $2\frac{1}{2}$ боковым сторонам змея, составляет основную петлю хвоста, в середине которой привязывается нить самого хвоста, в 3—4 раза длиннее первой нити.

Вдоль хвоста хорошо привязать нитью ряд смятых бумажек, на самом конце привязать мочальную, бумажную или тряпичную кисть.

Мельница-вертушка

Мельница-вертушка — одна из игрушек, какие особенно нравятся малышам. Такую мельницу хорошо сделать из бумаги в подарок младшему братишке или сестрѣнке, не лишне и самому понаблюдать и разобрать, как и отчего вертится такая мельница-вертушка.

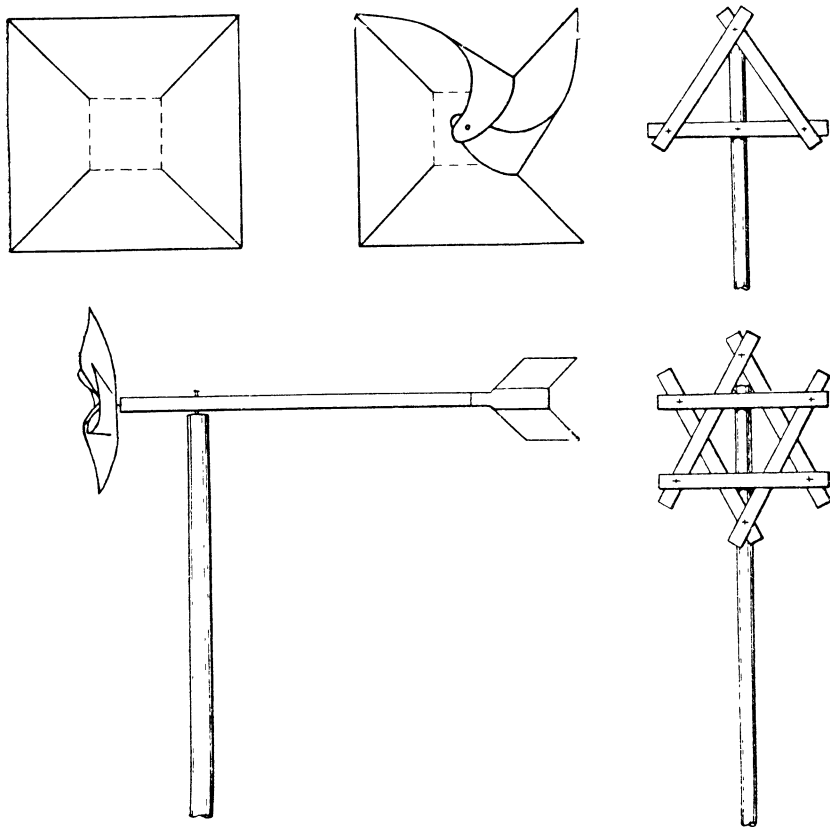


Рис. 144.

Для мельницы-вертушки хорошо использовать плотную бумагу, имеющую двухстороннюю окраску. Из бумаги вырезать один или несколько правильных квадратов. Размеры квадратов не имеют значения, это зависит от наличия бумаги. Каждый квадрат разрезать ножницами до пунктирных линий, как указано на рисунке 144. Каждый из разрезанных уголков через один загнуть к центру и наколоть на булавку. Когда все концы будут наколоты и мельница примет вид звёздочки, прикрепить её на булавке или тонким гвоздиком к деревянной палочке. Если звёздочек несколько, хорошо из деревянных планок сделать им соответствующую рамку.

В узлах рамка или связывается проволочкой, или скрепляется маленькими гвоздиками. Крестами на рисунке помечены места расположения на рамке бумажных мельниц. Если с такой игрушкой бежать против ветра, бумажные звёздочки придут в быстрое вращение и, сделанные из разноцветной бумаги, дадут красивое зрелище.

Сделайте бумажную мельницу-вертушку из одной звёздочки, насадите её на один конец деревянной палочки. На противоположный конец палочки прикрепите хвостовой конец стрелки, вырезанный из картона.

Палочку в горизонтальном положении укрепите на палку потолще так, чтобы вертушка свободно могла поворачиваться во все стороны.

Держа вертушку неподвижно, постарайтесь разобраться, почему звёздочка на вертушке вращается при всяком направлении ветра?

Планёр ¹

Планеризм, которым увлекается молодёжь, это не только воздушный спорт, развивающий смелость и находчивость, — это подготовительная школа молодёжи к лётному делу, к авиации.

Самолёт летит с помощью тяги, которую создают его мощные двигатели.

Планёр — это безмоторный летательный аппарат. На планёре впервые удалось осуществить «скользящий полёт» или «планирование», так широко применяемое в авиации и напоминающее

¹ Подробнее о полётах на планёре можно прочесть в книге А. И. Пьесух, «Крылья молодёжи», Оборонгиз, 1954.

полёт птицы с распростёртыми, немахающими крыльями. Полёт планёра всегда является парящим. Чтобы начать такой полёт, планёр должен быть поднят на какую-либо высоту. Можно пустить планёр с горы, а в равнинной местности взлёт планёра осуществляется или с помощью специальной лебёдки или поднимают планёр на буксире самолётом. Поднятый на какую-либо высоту, планёр под действием силы своей тяжести начнёт опускаться и набирать скорость, в результате сила сопротивления воздуха достигнет такой величины, что она уравновесит силу тяжести планёра и он начнёт «парить». Парящий полёт заключается в том, что планерист, набрав требуемую скорость полёта, использует восходящие потоки воздуха для подъёма планёра вверх, стараясь при этом увеличить дальность и продолжительность полёта. В спокойном воздухе планирование происходит по прямой, слегка наклонной к горизонту. Угол наклона, так называемый «угол планирования», обычно не превышает $4-5^\circ$, что удлиняет путь спуска планёра и увеличивает время пребывания его в полёте.

Воздух редко бывает покойным. Отдельные воздушные слои, подвергаясь неравномерному нагреванию и охлаждению, то поднимаются вверх, то опускаются к поверхности земли. В зависимости от того, в восходящие или нисходящие потоки воздуха попадает планёр, он будет подниматься или опускаться. Искусство планирования заключается в том, чтобы при любом состоянии атмосферы как можно дольше продержаться в воздухе и пролететь большее расстояние. Лётные качества современных планёров весьма высоки: средний по своим лётным качествам планёр может улететь на 30 км, лучший же — на 38—40 км, в то



Рис. 145. Юный авиамоделист с моделью планёра.

время как самолёт при выключенном моторе планирует на расстоянии не больше 14—18 км.

Уменьшение скорости при планировании у планёра происходит медленнее, чем у самолёта. Скорость у планёра изменяется на $0,7\text{—}0,9 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$, у самолёта при тех же условиях — на $3\text{—}5 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$.

Средняя же скорость полёта планёра небольшая — всего 60—100 километров в час.

Среди школьников очень распространённым является увлечение моделированием — постройкой моделей самолётов и планёров различного типа. Занимаясь авиамоделизмом, школьники постепенно узнают многое из того, что необходимо знать лётчику, летающему на современных самолётах.

Ежегодно слёты планеристов устраиваются у нас в Союзе и в других странах.

Многие мировые рекорды дальности полёта на планёрах были установлены в нашей стране. К выдающимся полётам можно отнести: полёт на одноместном планёре А9 планериста И. В. Романова, который пролетел без посадки 751 км по прямой; полёт В. М. Ильченко на двухместном планёре А10 (конструкции Антонова) с пассажиром, когда он за 8 часов 38 минут пролетел 830 километров по прямой и своим полётом на 200 км превысил мировой рекорд дальности парящего полёта по классу двухместных планёров.

Движение самолёта в воздухе

И бумажный змей, и моторный самолёт — тяжелее воздуха, поэтому причины их полёта в воздухе совсем другие, чем полёта аэростатов и различных воздушных шаров.

Если аэростаты поднимаются и плавают в воздухе согласно закону Архимеда, то условия движения самолёта в воздухе и его парение в нём очень сложны и здесь могут быть объяснены только очень кратко. Мотор самолёта вращает его винт (пропеллер), и этим создаёт силу тяги, приводящую самолёт в движение.

Крылья самолёта сконструированы так, что они способствуют возникновению силы, действующей вверх и являющейся подъёмной силой самолёта.

При полёте самолёта с работающим мотором на него действует 4 силы (рисунок 146):

- 1) сила P — вес самолёта, — направленная вниз;

- 2) сила F — подъёмная сила, — направленная вверх перпендикулярно движению самолёта;
- 3) сила R — сила тяги винта, — направленная вперёд;
- 4) сила R_2 — лобовое сопротивление (давление воздуха), — направленная назад.

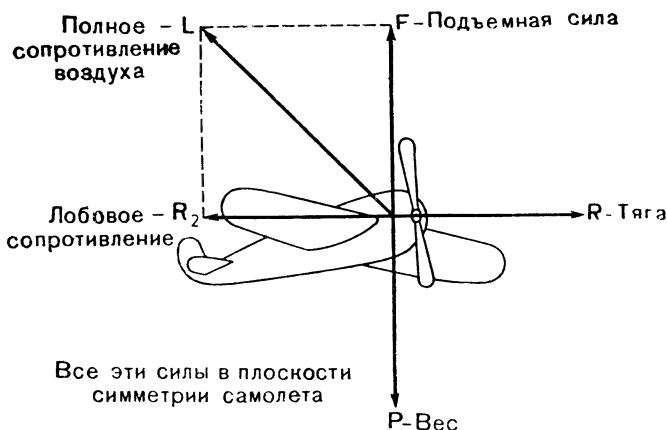


Рис. 146.

Крыло самолёта благодаря своей особой форме испытывает неодинаковое давление воздуха на свою нижнюю и верхнюю поверхности. Давление воздуха снизу оказывается здесь больше, чем сверху; разность этих давлений является основной причиной того, что на самолёт действуют подъёмные силы. Эти подъёмные силы возникают вследствие разности верхнего и нижнего давления.

Так, например, если давление над крылом $0,99 \frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$, а под крылом $1 \frac{\kappa\Gamma}{\text{см}^2}$, то тогда каждый квадратный метр поверхности крыла будет создавать подъёмную силу в 100 $\kappa\Gamma$.

Сопротивление воздуха, лобовое сопротивление, действует на все части самолёта: на его крылья, на фюзеляж, на шасси. При возрастании скорости движения самолёта возрастает лобовое сопротивление, и это сильно тормозит движение самолёта. Поэтому уделяется большое внимание тому, чтобы уменьшить лобовое сопротивление: самолёту и его крыльям придаётся особая, обтекаемая форма (форма капли), выступающие части (шасси) при полёте убираются внутрь самолёта. Поверхность самолёта

стараятся сделать как можно более гладкой, тщательно окрашивая её и полируя.

В устройстве самолёта мы видим, как умело человек использует давление воздуха на крылья машины, заставляя само это давление поддерживать тяжёлый самолёт в воздухе и способствовать его движению.

Движение лодки под парусом ¹

Как будет двигаться лодка, если ветер дует в направлении, указанном стрелкой? Давление ветра — Q . Если поставить парус ребром к ветру, то ветер будет только скользить по парусу

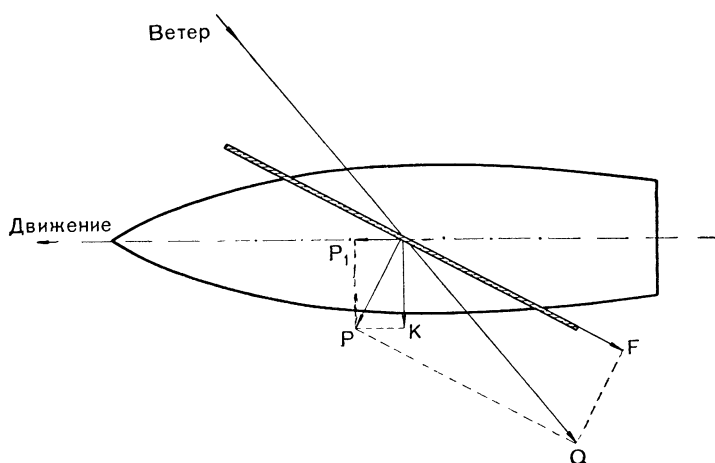


Рис. 147. Движение лодки под парусом.

и никакого толкающего действия не произведёт. Если поставить парус перпендикулярно к направлению ветра, ветер отнесёт лодку в сторону. Если расположить парус так, как указано на чертеже, то сила давления ветра разложится на две силы: F и P . Сила F , действующая вдоль паруса, не производит давления. Силу P , перпендикулярную парусу, можно разложить на две перпендикулярные силы: P_1 и K . Сила K будет давать лодке движение вбок, но вследствие сопротивления воды её действие будет

¹ В качестве пособия для изготовления самодельных парусных судов рекомендуем книгу «Техническое творчество», изд. ЦК ВЛКСМ, «Молодая гвардия», 1955.

ослаблено и вызовет только небольшое смещение лодки в сторону. Сила P_1 приводит лодку в движение. И в направлении только этой силы P_1 двинется лодка в данном случае.

Подробнее о движении парусных судов можно прочесть в журнале «Техника — молодёжи», № 7 за 1951 г., статья «Аэродинамика паруса».

Ветряной двигатель



Рис. 148.

Применение ветродвигателей в сельском хозяйстве приносит большую пользу. На рисунках 148 и 149 показан ветродвигатель ТВ-5. Он может приводить в движение различные стационарные машины, подавать воду из глубокого колодца, молоть зерно и т. п.

При скорости ветра 8 м в секунду двигатель развивает мощность в 6 лошадиных сил. Ветродвигатель весит 3470 кг. Высота башни — 15 м.

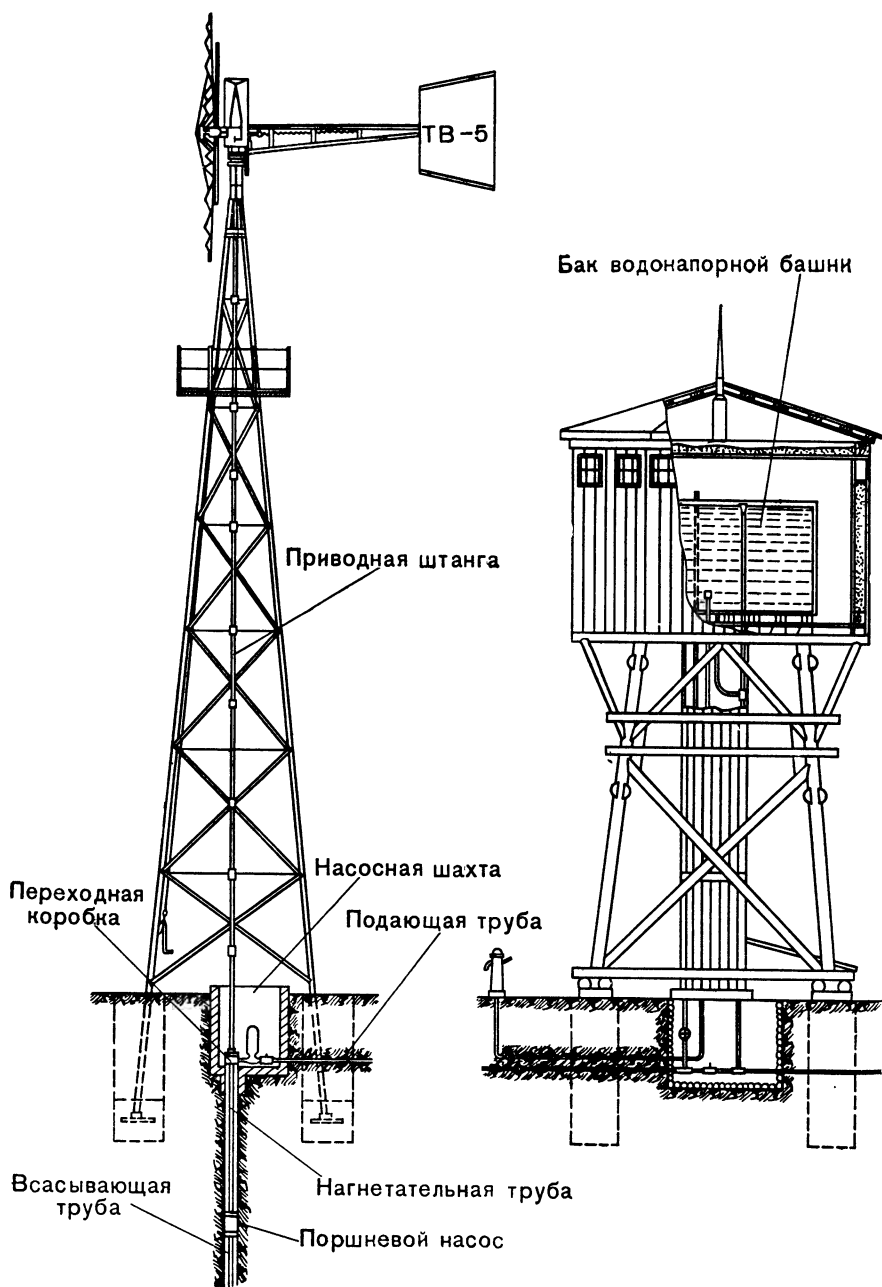


Рис. 149. Ветряной двигатель, приводящий в действие водяной насос.

Насосы

Давление воздуха широко используется для действия различных насосов.

Насосы по конструкции очень разнообразны. Есть насосы поршневые, центробежные, воздушные, водяные, всасывающие, нагнетательные.

Принцип устройства поршневых насосов как у водяных, так и у воздушных один и тот же.

В цилиндре насоса ходит поршень. При подъёме поршня под ним создаётся пространство с разрежённым воздухом. Давление этого воздуха меньше атмосферного, и наружный воздух устремляется (засасывается) в насос.

Если насос водяной и цилиндр его соединён с водоёмом, то давление наружного воздуха вгонит воду под поршень насоса. С насосами нам приходится часто иметь дело и в домашней жизни (например, насос у примуса, велосипеда и пр.), не говоря уже о технике различных производств, где в настоящее время применяются большие и очень сложные насосы.

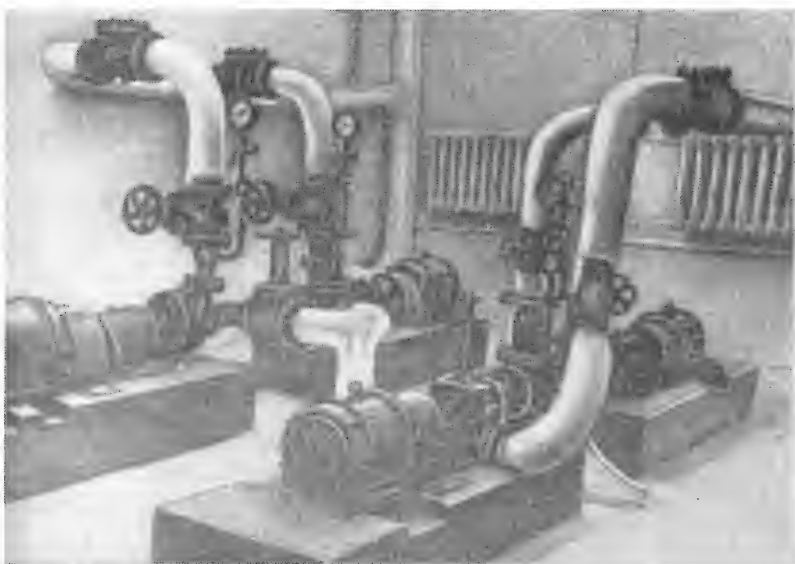


Рис. 150. Современная насосная подстанция. На рисунке видны четыре электродвигателя, приводящие в действие насосы. Давление воды в трубах измеряется манометрами, они также видны на рисунке.

Велосипедный насос

Замена сплошных резиновых шин на велосипедах пневматическими, т. е. наполненными воздухом, создала возможность пользоваться велосипедом не только для езды по гладким дорожкам, но и по дорогам различного состояния. При пневматических шинах толчки от неровностей дороги не передаются ни остоу велосипеда, ни колёсам.

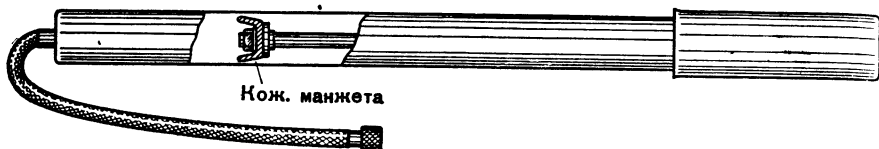


Рис. 151. Велосипедный насос.

В велосипедных шинах воздухом наполняются особые «камеры», помещаемые на ободе колеса под прочной «покрышкой». Воздух вводится в камеру через вентиль, в котором имеется устройство, исполняющее роль клапана, впускающего воздух в камеру, но препятствующего выходу его наружу.

Велосипедный насос служит для накачивания воздуха в упомянутую выше камеру. Он состоит из цилиндра, поршня и его рукоятки — штока. Поршень при помощи штока двигают взад и вперед внутри цилиндра.

Поршень представляет собой металлический кружок, укрепленный на нижнем конце штока; на этот кружок надет кожаный «воротник». При движении вверх поршень вокруг себя свободно пропускает воздух; при движении вниз давлением воздуха воротник расправляется, прилегает к стенкам цилиндра и гонит воздух к выходному отверстию в нижней части цилиндра.

При таком устройстве отпадает необходимость в клапанах.

Для лучшего прилегания кожи воротника к стенкам цилиндра внутрь цилиндра вводят смазку (вазелин, тавот).

Маслёнка для швейной машины

К насосам очень простого устройства можно причислить, например, и всем знакомую маслёнку для швейных машин (рис. 152).

Стенки и дно маслёнки делаются из упругого металла. Носик маслёнки ввинчивается так, что трубчатая часть его внутри маслёнки погружена в масло. Часть пространства над маслом заполняется воздухом. При надавливании рукой на дно или на стенки мы сжимаем воздух внутри маслёнки. В силу своей упругости заключённый в маслёнке воздух оказывает давление на поверхность находящегося внутри маслёнки масла и оно по каплям или струйкой выдавливается через носик из резервуара.

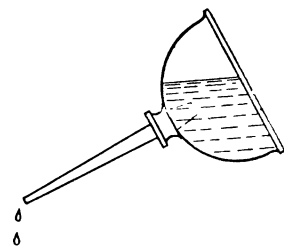


Рис. 152. Маслёнка.

Резиновая груша

На рисунке 153 изображён опрыскиватель для комнатных растений. Здесь насосом служит «резиновая груша» (рис. 154), которая часто присоединяется и к пульверизатору.

Этот распространённый прибор состоит из двух резиновых шаров (I и II) и резиновой трубки.

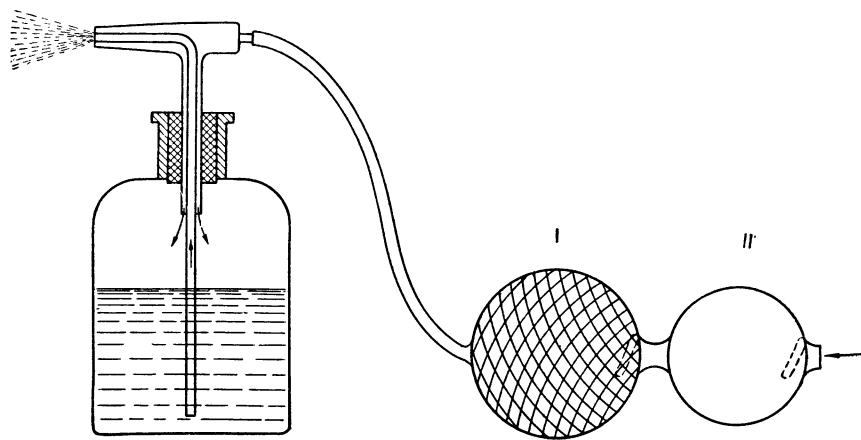


Рис. 153. Один из простейших насосов.

Второй (II) шар делается толстостенным, из плотной резины и внутри имеет два клапана, открывающиеся в одном направлении.



Рис. 154. Резиновая груша

Первый шар (I) сделан из тонкой резины, соединён с трубкой, надевающейся на пульверизатор.

Когда шар II сжимают рукой, воздух внутри него закрывает впускной клапан и открывает другой клапан, через который и входит в первый шар. Когда шар II освобождают от надавливания, он благодаря упругости стенок возвращается к своей первоначальной форме. При этом давление воздуха внутри него падает, и наружный воздух, открывая клапан, входит внутрь шара. Воздух в первом шаре в это время закрывает второй клапан и по трубке направляется в пульверизатор.

После нескольких таких накачиваний воздуха первый шар сильно раздувается и в нём создаётся повышенное, почти постоянное давление.

Кузнечный мех

Кузнечный мех служит для получения сильной струи воздуха, направляемой на горящие угли в горне для усиления процесса горения.

Мех состоит из трёх досок, соединённых между собой кожаной гармоникой *М*, *Н*. Средняя доска укрепляется неподвижно, нижняя может двигаться вверх и вниз, вращаясь на кожаной петле *Д*; верхняя доска может подниматься, вращаясь на петле *В*.

Действие меха состоит в следующем. При движении нижней доски вверх воздух, находящийся в отделении *а*, сжимается и, открывая клапан *К*, переходит в отделение *б* и выходит через сопло *О* в горн. При движении нижней доски вниз воздух в отделении *а* разрежается и наружный воздух открывает клапан *Г*, входя в нижнее отделение.

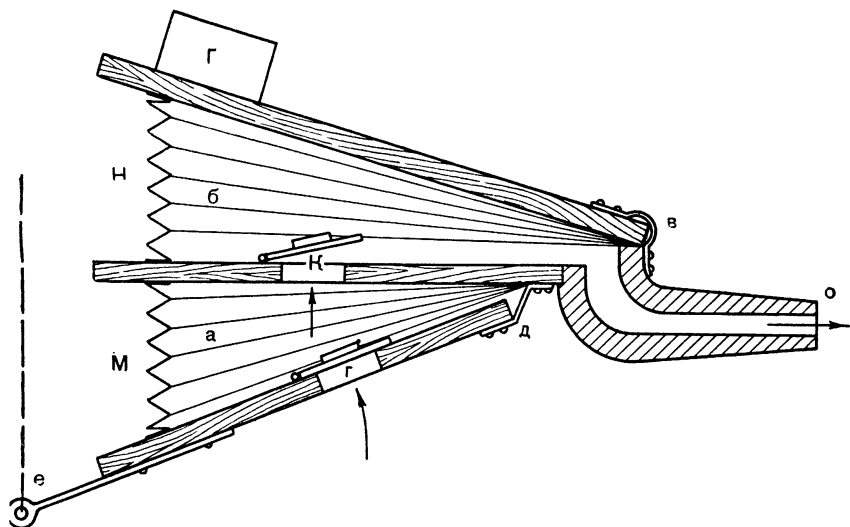


Рис. 155. Схема работы кузнечного меха.

При помощи тяги от рычага или непосредственно действуя рукояткой *е*, двигают нижнюю доску вверх — вниз и получают более или менее ровную, непрерывную струю воздуха из сопла.

Для того чтобы можно было достигать несколько большего давления воздуха, выходящего из сопла, на верхнюю доску обычно кладут какой-либо груз *Г*

Использование сжатого воздуха

При расширении сжатый воздух может произвести большую работу. Инструменты, которые приводятся в действие сжатым воздухом, называются пневматическими инструментами. Таковы пневматические отбойные молотки, которыми в шахтах откалывают куски каменного угля; таковы пневматические свёрла, при помощи которых буравят землю, и т. п. Сжатым воздухом прижимаются колодки, тормозящие колёса железнодорожных

вагонов (рис. 156); сжатым воздухом пользуются при автоматическом открывании и закрывании дверей троллейбуса, вагонов метро.

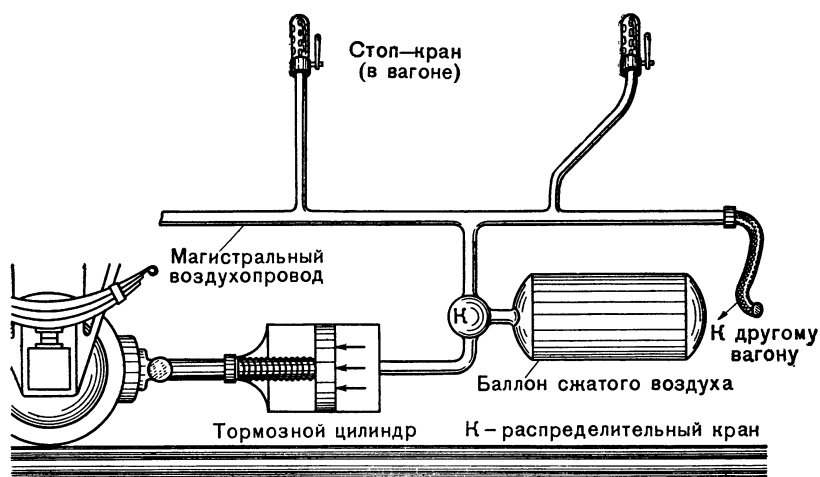


Рис. 156. Схема воздушного автоматического железнодорожного тормоза.

Всякий пневматический инструмент при работе соединяется обычно резиновым шлангом с компрессором. Так называется воздушный насос, всасывающий атмосферный воздух и сжимающий его до давления определённой величины (рис. 157). Основной частью компрессора является цилиндр, в котором при вращении маховика движется поршень вправо и влево. При движении поршня вправо сжатый воздух подаётся в магистраль (к инструменту), открывая клапан I, при движении поршня влево клапан I закрывается, клапан II открывается и новая порция воздуха засасывается насосом-компрессором.

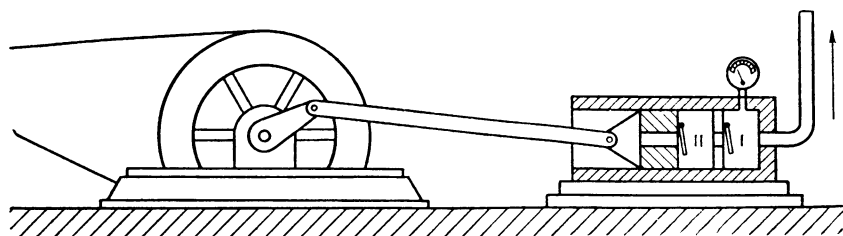


Рис. 157. Схема устройства компрессора



Рис. 158. Пневматическая клёпка паровозного котла.

Пневматические приспособления могут использовать как низкое давление (несколько атмосфер), так и давление до 100 ат и выше. Работа пневматическими инструментами безопасна в пожарном отношении и очень эффективна. Например, советский пневматический молоток ОМ-2 наносит 1050 ударов в минуту и потребляет в минуту 1 куб. метр сжатого до 6 атмосфер воздуха.

Самодельный насос из стеклянной трубки

В стеклянную трубку большого диаметра вставить поршень. Поршень можно сделать из нескольких туго накрученных слоёв ваты, марли, мягкой пряжи или тесёмки мягкой ткани.

Рукояткой поршня может служить деревянная или стеклянная палочка (вокруг которой поршень и наматывается). Готовый поршень смочить водой и вдвинуть в трубку.

Всасывающее действие насоса будет зависеть от того, насколько ловко намотан поршень, свободно ли он ходит вверх и вниз по трубке и не пропускает ли воду и воздух.

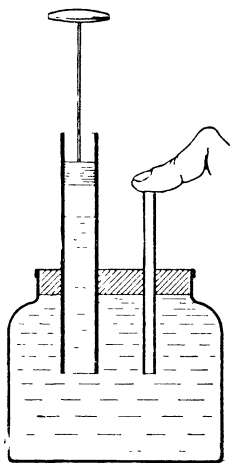


Рис. 159.

Опыт с самодельным насосом

Широкогорлую банку наполнить водой. Закрывать плотно подогнанной пробкой. В пробку вставить трубку самодельного насосика и короткую трубку для сообщения с наружным воздухом. Воды налить в банку так полно, чтобы она подошла вплотную к пробке и заняла часть трубки насосика.

Проверить на опыте и объяснить:

- 1) почему, если тянуть вверх поршень насоса при открытой короткой трубчонке, вода поднимается вслед за поршнем;
- 2) если же тянуть поршень вверх и при этом пальцем крепко зажать отверстие короткой трубки, вода вслед за поршнем не поднимается.

Задачи

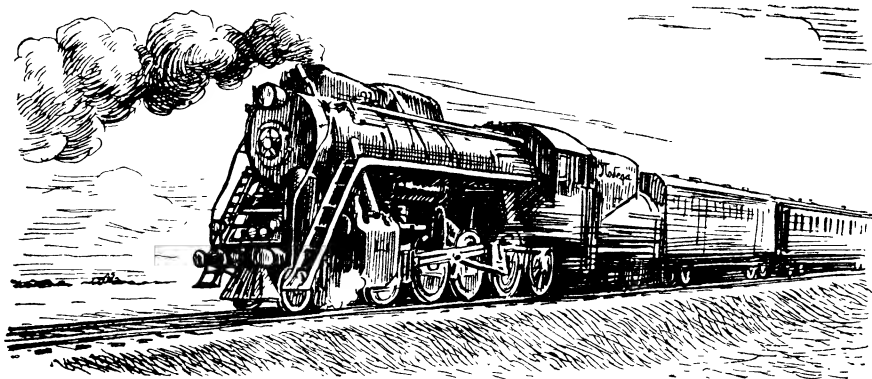


Рис. 160.

При каком условии дым из трубы движущегося паровоза будет направляться так, как указано на рисунке 160?

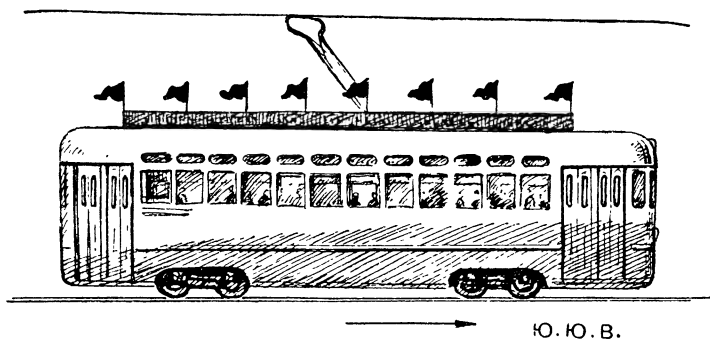


Рис. 161.

Украшенный флагами вагон трамвая идёт по направлению на Ю.-Ю.-В. (юго-юго-восток). Куда будут направлены полотнища флажков при северном ветре, если скорость ветра и скорость трамвая равны?

ПЛАВАНИЕ ТЕЛ

Плавание тел в жидкости

Вода и воздух, равно как и другие жидкости и газы, оказывают давление на всякое погружённое в них тело. Давление окружающей среды создаёт особую выталкивающую или поддерживающую силу, благодаря которой тела могут плавать и в жидкостях, и в газах.

Условия плавания тел имеют большое значение в судоходстве и воздухоплавании.

С условиями плавания тел мы часто сталкиваемся и в жизни.

Человеку на воде можно продержаться на доске, на снопе соломы. Щепку, пробку невозможно утопить в воде. Воду невозможно налить поверх жидкого масла и керосина. Ртуть нельзя разлить по воде. Зачерпнуть воды в ведро, опускаемое книзу дном в воду, трудно. Удержать человека на руках в воде легче, чем в воздухе. Бутылки, наполненные воздухом и хорошо закупоренные, годами могут плавать по океану. Бутылки, наполненные водой, сейчас же тонут.



Рис. 162. Пионеры города Сухуми испытывают плавучесть самодельных судов.

Испытайте выталкивающее и поддерживающее действие воды на погружённое в неё тело.

1. Для этого прикрепите небольшой груз к резиновой тесьме. Поднимите груз и измерьте длину растянувшейся при этом резинки. Держа за верхний конец резинки, опустите груз в сосуд с водой.

Измерьте длину резиновой тесьмы при погружённом в воду грузе.

Чем объяснить укорачивание резиновой тесьмы во втором случае?

Следующий опыт даст возможность определить, чему равно выталкивающее действие воды на погружённое в неё тело.

2. Для опыта соберите установку по рисунку 163. Здесь *А* — неподвижный блок, прикреплённый к стойке *Б*. Через блок перекинут шнур, к одному (левому) концу которого подвешено детское игрушечное ведро *В*. Снизу под ведром подвешивается тело *Т*.

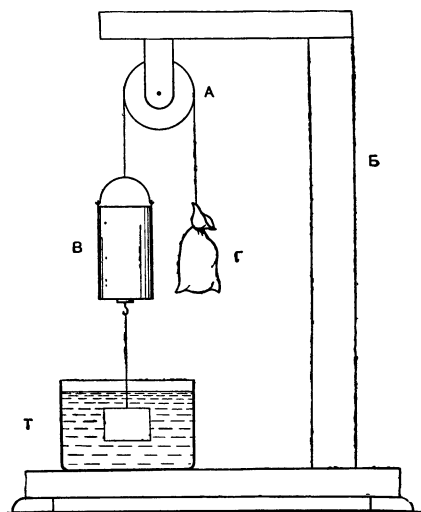


Рис. 163. Опыт на закон Архимеда.

Всё, что висит на левом конце шнура, должно быть уравновешено соответствующим грузом Γ^1 , привешенным к правому концу шнура.

Равновесие наступает тогда, когда шнур, переброшенный через блок, висит неподвижно и когда правый и левый его концы с привешенным телом и грузом не перетягивают один другого.

Приступая к опыту, надо предварительно измерить объём тела *Т*, затем уже подвесить его снизу ведёрка.

Поднести к левой части установки сосуд с водой так, чтобы погрузить в воду тело *Т*.

Следить, чтобы тело не касалось ни дна, ни стенок сосуда.

Что произойдёт при этом с грузиком Γ ? Постарайтесь объяснить причину его движения.

¹ Такой грузик легко сделать из мешочка с песком

Почему нарушается равновесие?

Держа тело погружённым в воду, налейте внутрь ведёрка воды в объёме, равном объёму погружённого тела.

Что наблюдается? Как объяснить восстановление равновесия? Чему равно выталкивающее действие воды на тело в вашем опыте?

Опыт зарисуйте.

Проверить величину выталкивающей силы воды на погружённое в неё тело можно также и при помощи весов, сначала взвешивая тело в воздухе, а затем взвешивая его погружённым в воду. Сравнивая результаты этих двух взвешиваний с весом воды в объёме тела, приходим к выводу, что выталкивающее действие воды на погружённое в неё тело по своей величине равно весу воды в объёме погружённого тела, т. е. весу воды, вытесняемой телом при его погружении.

Если тело весит больше, чем весит вытесненная этим телом жидкость, то тело тонет в данной жидкости. Если тело весит меньше, чем весит вытесненная этим телом жидкость, то тело будет всплывать, т. е. выталкивающее действие жидкости будет поднимать тело на поверхность. Если вес тела будет равен весу жидкости, вытесненной этим телом, то тело будет плавать.

Тело может плавать в жидкости, будучи погружённым целиком, и может плавать на поверхности жидкости, имея погружённой только часть своего объёма.

Объём погружённой части плавающего тела легко высчитать, зная, что вес тела равен произведению удельного веса тела на его объём:

$$P = Vd,$$

где P — вес тела, d — удельный вес его, V — объём тела.

Выталкивающая сила жидкости равна весу жидкости в объёме погружённой части тела:

$$P_1 = d_1 V_1,$$

где P_1 — вес вытесненной жидкости;

d_1 — удельный вес жидкости, в которой плавает тело;

V_1 — объём погружённой части тела.



Рис. 164. Ледяная гора («айсберг»).

Условие плавания тела заключается в равенстве $P=P_1$, или, подставляя значение для P и P_1 , $dV=d_1V_1$, или $\frac{V_1}{V}=\frac{d}{d_1}$, т. е. объём погружённой части тела относится ко всему объёму тела, как удельный вес данного тела относится к удельному весу жидкости. Для воды удельный вес 1. Поэтому, если в воде плавает пробка, то объём погружённой её части по отношению ко всему объёму, принятому за единицу, будет равен:

$$V_1 = \frac{dV}{d_1}; \quad V_1 = \frac{1 \cdot 0,24}{1} = 0,24,$$

т. е. объём погружённой в воду части плавающего тела численно равен его удельному весу. Так, например, если удельный вес сосны $d=0,4$, то плавающее сосновое полено погружается в воду на $\frac{4}{10}$ своего объёма. Лёд, имеющий удельный вес 0,9, плавает на воде, погрузивши в воду $\frac{9}{10}$ своего полного объёма.

Это является справедливым и для небольшого куска льда, и для громадных ледяных глыб, какими являются ледяные горы — айсберги, плавающие в океанах (рис. 164).

При плавании в различных жидкостях тело изменяет объём своей погружённой части: в жидкости с большим удельным весом тело погружается на меньшую часть своего объёма; в жидкости менее плотной тело погружается на большую часть своего объёма.

Для регулирования глубины погружения судна на его борту имеется так называемая «ватерлиния» — черта, нанесённая красной краской, погружение выше которой для данного судна является уже опасным.

У судов, плавающих в разных океанах и морях, имеется не одна, а несколько таких ватерлиний.

Опыты с плаванием тел

1. Вырезать из толстой сосновой коры кораблик. Дно его снабдить килем из железной пластинки. Пустить кораблик на воду и по границе его погружения провести черту (масляной краской). Сделав раствор соли, налить этот раствор в глубокий таз и снова пустить в него плавать кораблик. Глубину его погружения в солёной воде снова отметить чертой, только другого цвета (белой, голубой).

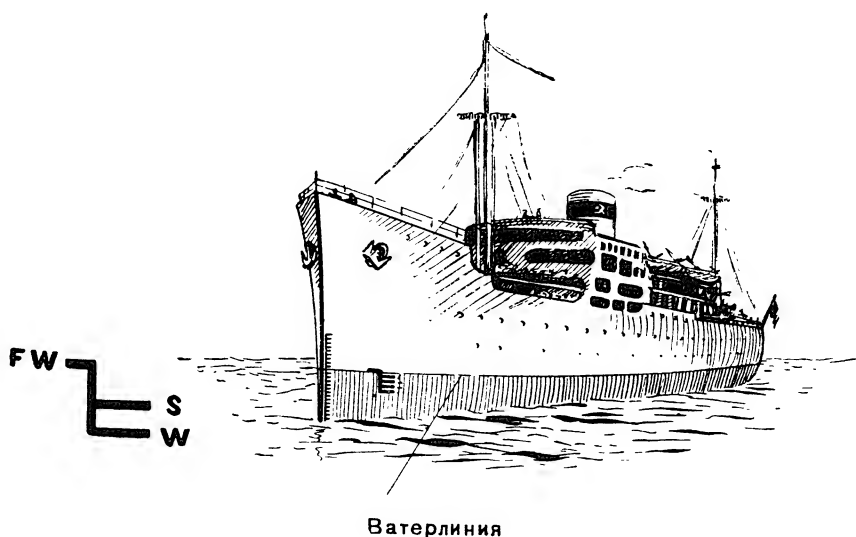


Рис. 165. Марки на борту корабля:
FW — в пресной воде, *S* — в солёной воде летом, *W* — в солёной воде зимой.



Рис. 166. Надувная лодка имеет малый объём погружения. Почему?

Объяснить различную глубину погружения кораблика в первом и во втором случаях.

2. Испытать плавание куска льда в воде и в керосине; куска воска — в холодной воде и в тёплой.

3. Опустить на дно большой стеклянной банки сырое куриное яйцо и яблоко. Осторожно наполнять банку водой. Объяснить, что будет происходить с яйцом и яблоком по мере наполнения банки водой.

4. Опустить свежее сырое яйцо в банку с водой. Яйцо потонет. В воду подсыпать соли, слегка помешивая, яйцо не трогать. По мере того как солёность воды увеличивается, яйцо начинает всплывать, а при насыщенном растворе соли яйцо всплывёт на поверхность воды.

5. Если в бутылку с водой поместить небольшую пробку и попытаться затем эту пробку вылить с водой из бутылки, то это не всегда удаётся. Каждый раз когда выливается вода, пробка прибивается ко дну бутылки. И только с последней порцией воды можно вылить и пробку из бутылки.

Проверить это на опыте и объяснить.

Послушная рыбка

Взять сырое куриное яйцо и проделать осторожно в его тупом конце небольшое отверстие. Содержимое яйца вылить. При помощи сургуча или воска залепить отверстие кусочком промасленной бумаги (вощанки) и иголкой проколоть в бумажке маленькую дырочку. На остром конце яйца нарисовать масляной краской или лаком глаза и рот рыбы (рис. 167). Из сложенного вдвое кусочка сукна или фланели выкроить рыбье туловище и сшить кусочки так, чтобы получился мешочек, в который яйцо могло бы войти тупым концом примерно на две трети своей длины. Прикрепить сургучом сукно к скорлупке, и «послушная рыбка» готова. Опустить рыбку плавать в широкогорлую, лучше всего литровую, банку с водой. Нужно, чтобы голова рыбки держалась у самой поверхности, а туловище было в воде. Это можно сделать, привесив к плавникам небольшие грузики или воткнув в хвост рыбки булавки. Наполнив банку водой почти до краёв, завязать её сверху потуже резиновой плёнкой. Стоит надавить на резинку сверху, рыбка тут же нырнёт на дно. И снова всплывёт,

как только отнять от резины руку. Объяснить движения «послушной рыбки» нетрудно. Между водой и резиновой крышкой остаётся немного воздуха. Надавливая рукой на резину, вы сжимаете этот воздух. Сжимаясь, он давит на воду, а вода в свою очередь начинает давить на воздух, заключённый в яич-

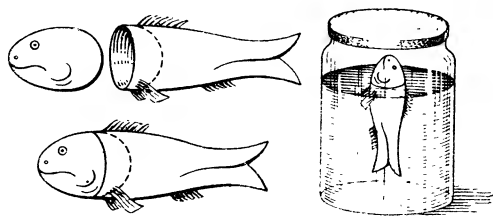


Рис. 167. Послушная рыбка.

ной скорлупе. При этом часть воды проникает внутрь скорлупы, рыбка становится тяжелее и опускается ко дну. Когда же вы отнимете руку от резиновой крышки, воздух в яйце, расширяясь, выталкивает воду из скорлупы, и рыбка всплывает.

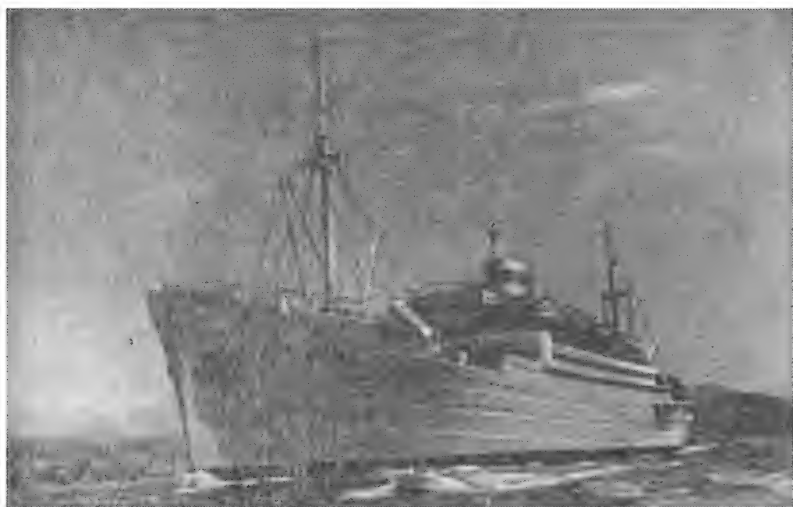


Рис. 168. Современный дизель-электроход «Россия».



Рис. 169.

Воздушный шар

На рисунке 169 изображён полёт воздушного шара, сделанного из тонкой бумаги пионерами, отдыхавшими летом в лагере завода «Машиностроитель» в Старой Рузе Московской области.

Подъём такого самодельного воздушного шара осуществляется при помощи нагретого воздуха. В нижней части оболочки шара имеется отверстие. Подержавши готовый шар над костром, наполняют его нагретым воздухом, а так как нагретый воздух легче окружающего воздуха, то шар не только надувает свою оболочку, но и поднимается вверх. Подъём такого уже наполненного горячим воздухом шара и изображён на рисунке. Свой шар пионеры называли «шаром мира».

Сделать воздушный шар самым нетрудно. Материалом для изготовления оболочки шара могут служить старые афиши, газеты, но лучше использовать папиросную бумагу. Для каркаса «пояса», охватывающего нижнее отверстие, нужна бумага поплотнее.

Баллон шара получается от склейки 24 отдельных полос. При указанных ниже размерах получается шар диаметром 70—75 см.

При изготовлении выкройки на приготовленных и сложенных листах бумаги надо начертить две взаимно перпендикулярные линии: AB в 110 см и DC в 10 см (рис. 170). Концы отрезков соединить кривыми от руки. Вырезая по чертежу полосы, нужно с одной стороны прибавить в ширину до 1 см, этот кусок пойдёт на склеивание шва.

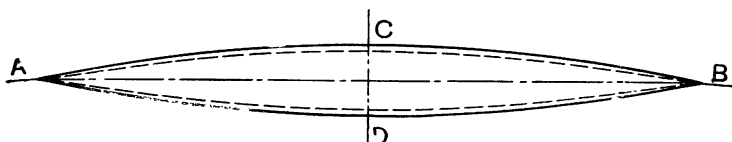


Рис. 170. Форма доли шара.

Можно полосы вырезать сразу, но можно вначале из более плотной бумаги сделать выкройку и по ней уже вырезать все 24 полосы для шара.

При вырезывании полос необходимо следить, чтобы отдельные листы бумаги при кройке не расползались и не сдвигались один относительно другого.

Особенно аккуратно требуется произвести склейку полос. Клей пригоден канцелярский, фабричного производства, покупной; можно обойтись и клеемстером, заранее приготовленным из муки, как для бумажного змея (см. стр. 184).

Для воздушного шара полосы склеивать надо попарно, аккуратно намазывая клеем запасной край. Когда швы каждой пары подсохнут, можно склеивать две пары вместе. Особенно ответственным моментом является склейка последнего шва.

Прежде чем сделать последний шов, шар нужно вывернуть наизнанку так, чтобы все швы оказались внутри и не топорщились на верхней поверхности баллона готового шара. При вывёртывании надо быть осторожным, чтобы не порвать шар. Вывернув шар, склеить последний шов.

Сверху баллона готового и просушенного шара следует наклеить специально вырезанный из бумаги кружок небольшого

диаметра. Через центр этого кружка пропустить (прошить иголкой) петлю из прочной нитки.

Такой наклеенный сверху кружок придаст баллону шара прочность, а петля даст возможность держать при подъёме шар.

Нижний конец баллона следует слегка расширить (надрезав ножницами или не доклеивая швы), обровнять края и приклеить к плотному кольцу, чтобы отверстие снизу баллона не закрывалось. Для твёрдости кольца внутрь его хорошо вклеить согнутую тонкую проволоку.

Для того чтобы шар был окончательно готов, его надо хорошенько высушить, держа в хорошо проветриваемом помещении: сарае, не сырой кладовке и т. п. Если сушить, например, шар на чердаке или на солнце, бумага его может так пересохнуть, что будет ломаться. А для наполнения шара тёплым воздухом необходимо, чтобы баллон не потерял некоторой гибкости и способности к распрямлению.

Чтобы шар поднялся и полетел вверх, его надо наполнить горячим воздухом. Это сделать нетрудно, держа готовый шар над костром, над горящей керосинкой, примусом. Держать шар приходится далеко от пламени, чтобы его не сжечь, но держать надо так, чтобы поток горячего воздуха мог проникнуть в полость шара через нижнее отверстие. Как только шар наполнится горячим воздухом и расправятся все складки и морщинки его баллона, шар сам будет рваться из рук вверх. Тут-то и надо дать ему свободу для полёта. Шар поднимается вверх потому, что, имея большой объём, он вытесняет воздуха по весу больше, чем весит сам. Появляется сила, направленная снизу вверх и заставляющая шар «всплывать» в воздухе (вспомните о плавании тел согласно закону Архимеда).

Вопросы на догадку

1. Почему глубокая тарелка, будучи опущена в воду краем, тонет, будучи положена на поверхность воды дном книзу, плавает.

2. Парафин легче воды. Если кусок парафина опустить в воду, он всплывает. Но можно сделать так, что парафин не всплывёт в воде.

На ровное дно сосуда положить гладкой стороной кусок парафина. Немного придержав парафин пальцем, налить на него

воды. Если соприкосновение парафина со дном сосуда осуществлено полностью и вода не сможет проникнуть под парафин, последний не всплывает в воде. Почему?

3. Подводная лодка, опустившись на глинистое или песчаное дно, часто не может подняться. Как объяснить такое «прирастание» подводной лодки ко дну?

4. Аэростат опускается с постоянной скоростью. Какое количество балласта надо выбросить из гондолы аэростата, чтобы он поднимался вверх с той же скоростью?

5. Какую силу необходимо приложить для подъёма ведра воды из колодца в случае: 1) когда ведро находится под водой и 2) когда его вытащили из воды?

6. Почему твёрдый воск тонет в воске расплавленном, а лёд плавает в воде?

Задачи-рисунки



Рис. 171.

1. Какие жидкости нужно налить в эти два сосуда, чтобы в одной из них тонул бы лёд, в другой плавало бы железо?

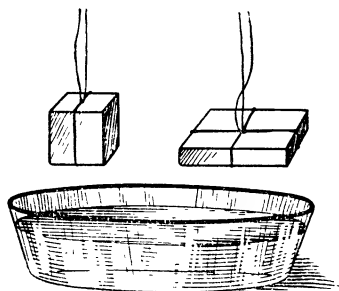


Рис. 172.

2. Одинаковую ли выталкивающую силу встретят опущенные в воду медный кубик весом $0,5 \text{ кг}$ и сделанная из той же меди пластинка весом $0,5 \text{ кг}$?



Рис. 173.



Рис. 174.

3. Почему воздушный шар, поднимаясь вверх, не поднимает с собой девочку, которая его держит?

4. Что произойдёт в конце концов с воздушным шаром, если он вырвется из рук и улетит вверх (рис. 174).

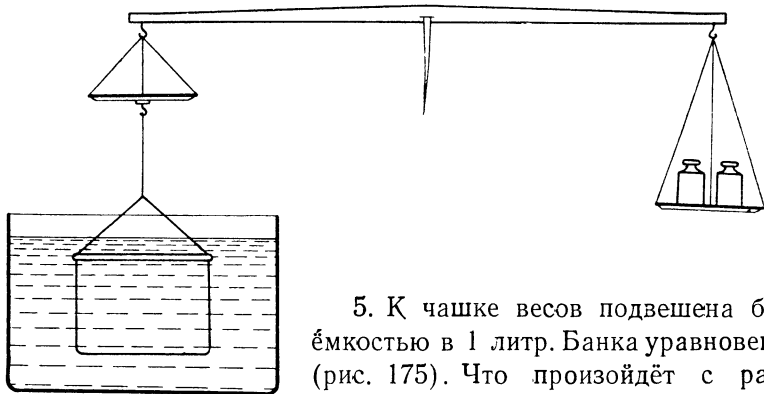


Рис. 175.

5. К чашке весов подвешена банка ёмкостью в 1 литр. Банка уравновешена (рис. 175). Что произойдёт с равновесием весов, если в банку налить 1 литр воды и всю её погрузить в воду?

Проверьте свою наблюдательность

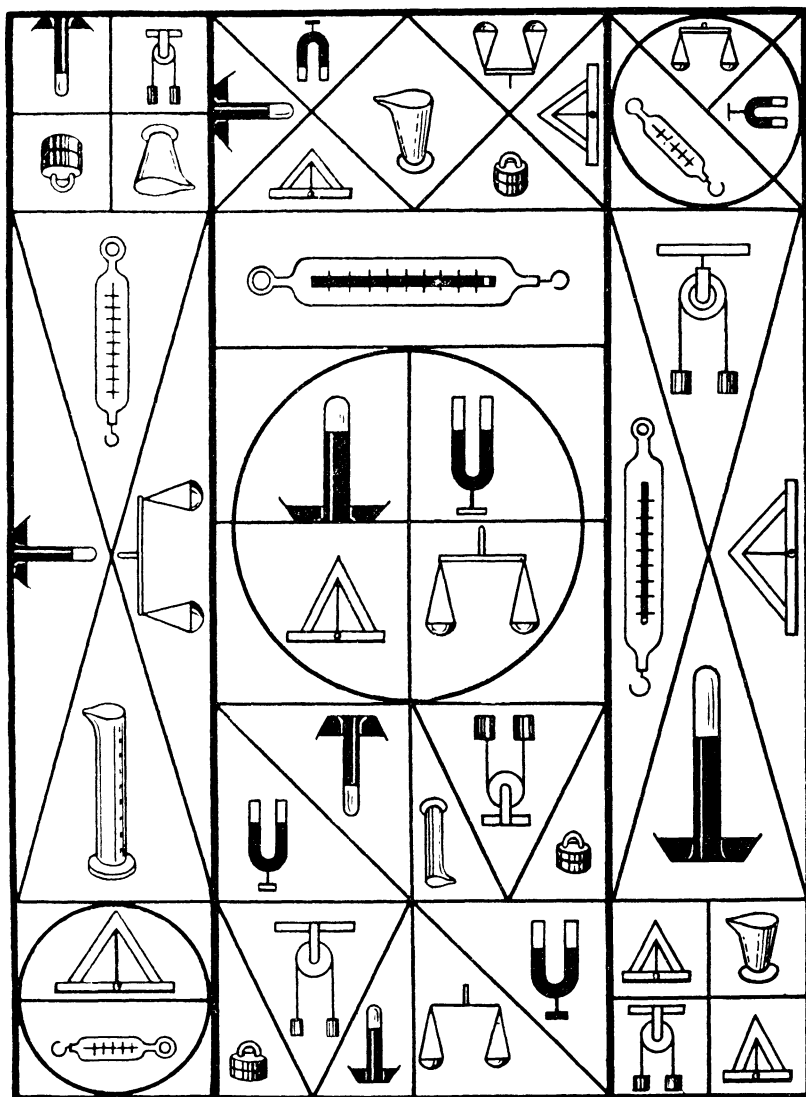
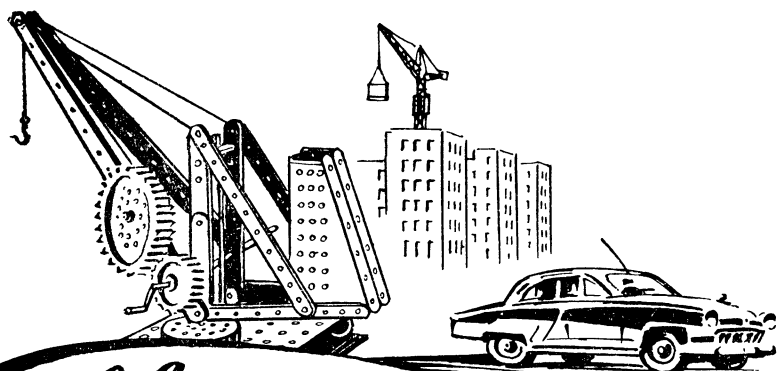


Рис. 176

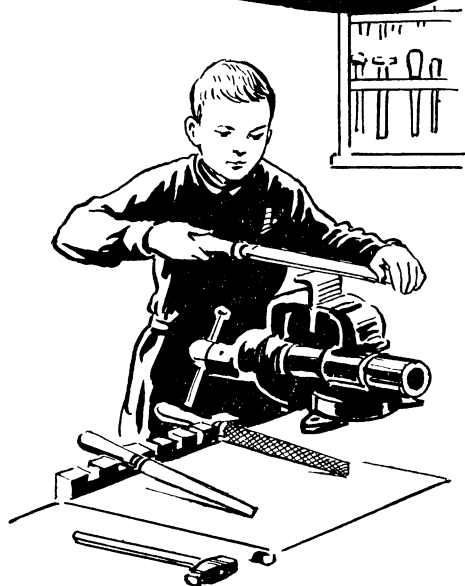
На рисунке указано 43 физических прибора, знакомых каждому школьнику.

Каких из них сколько? Кто подсчитает скорее? Заметьте время!





Сведения из механики





Об относительном покое и относительном движении

Наша Земля находится в движении. В одно и то же время Земля вращается вокруг своей оси и движется вокруг Солнца.

Все тела, находящиеся на Земле, движутся вместе с Землёй. Поэтому никакое тело не может быть на Земле в абсолютном покое. С другой стороны, любое движение тела на Земле является по существу очень сложным движением, так как всякое движущееся тело участвует одновременно ещё в двух движениях Земли.

Для удобства изучения движений различных тел обычно движение Земли не принимают во внимание и наблюдение движущегося тела ведут всегда относительно каких-либо других тел: гор, берега реки, зданий, деревьев и т. п., — которые условно принимают за тела, находящиеся в покое. Так, например, движение трамвая можно изучить, приняв, что дома на улице, по которой движется трамвай, неподвижны, находятся в «относительном» покое. Условно принимаем, что и мачты, между которыми натянут трамвайный провод, тоже находятся в покое. Сам же трамвай находится в движении по отношению к домам улицы и по отношению к мачтам. В этом и заключается принятое в механике понятие «относительного покоя» и «относительного движения».

Примеры

В приведённых ниже примерах установите, относительно чего движется тело и какие тела для данного случая следует принять находящимися в относительном покое.

1. Движение Луны по небу.
2. Движение лодки по реке.
3. Движение скачущей лошади на арене цирка.
4. Движение фигур при игре в шахматы.
5. Движение парашютиста во время спуска.
6. Движение иголки в швейной машине.
7. Движение плывущей рыбы.
8. Движение паровоза в момент трогания с места поезда.

Вопросы

1. Почему движущееся по морю судно, если за ним следить издали, кажется неподвижным?

2. Почему, стоя на корме идущего парохода, мы видим берега убегающими от нас, перейдя же на нос парохода, увидим берега бегущими навстречу нам?

3. Когда советские герои-лётчики совершали перелёт из Москвы в Америку через Северный полюс, вращались ли они вместе с земным шаром вокруг его оси?



Рис. 177. Трасса полёта через Северный полюс.

Путь движущегося тела

Если деревянный шарик натереть мелом и покатить по полу или по асфальтовому тротуару, шарик, прокатившись, оставит после себя след в виде меловой дорожки. Меловая дорожка укажет нам путь, который проделал шарик при своём движении.

Всякое тело при своём движении проходит путь определённой формы. Форма пути движущегося тела может быть различна. Если путь представляет собой прямую линию, движение тела называют **прямолинейным**. Если путь движущегося тела — кривая линия, движение называют **криволинейным**. Например: движение спускающейся гири часов — прямолинейное движение, ползающей мухи и летящей птицы — чаще всего криволинейное. Криволинейные движения могут быть очень сложными.

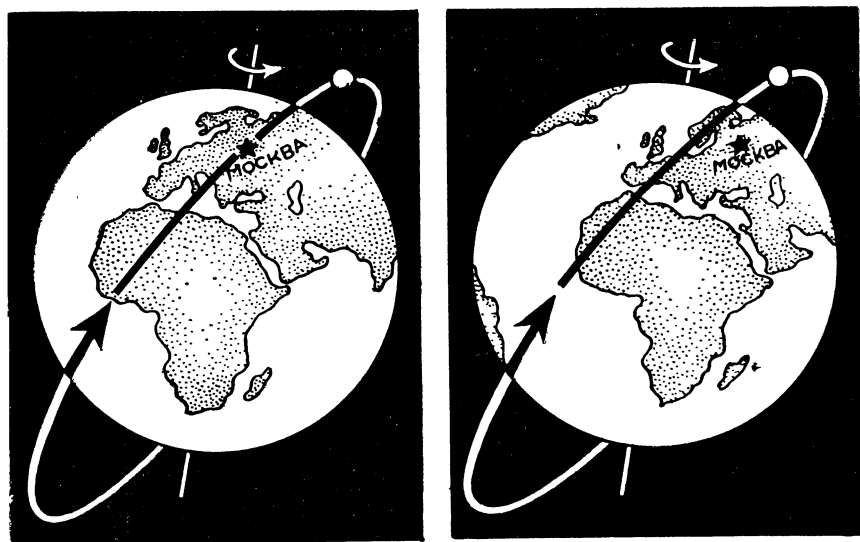


Рис. 178. Траектория движения искусственного спутника вокруг Земли — эллипс.

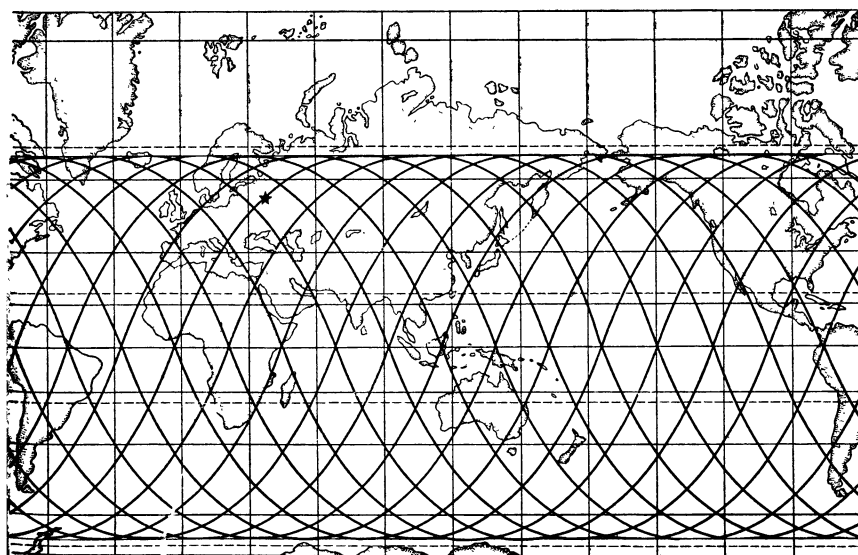


Рис. 179. Движение искусственного спутника относительно поверхности Земли.

Примером сложной траектории движения представляет приведённый здесь путь искусственного спутника Земли, запущенного Советским Союзом 4 октября 1957 года.

Если не учитывать суточного движения самого земного шара, то путь спутника представит собой эллипс, плоскость которого как бы рассекает Землю с юго-запада на северо-восток.

На рисунке 179 изображён путь спутника вокруг Земли за сутки с учётом того, что за это же время сама Земля совершает вращательное движение вокруг своей оси. Как видно, путь искусственного спутника в действительности является очень сложным.

Путь падающей почтовой открытки

Встаньте повыше и без толчка уроните из руки почтовую открытку, чтобы она падала не ребром, а плашмя.

Наблюдайте за её полётом. Начертите путь падающей открытки.

Для большей точности чертежа дайте открытке упасть из ваших рук не один, а несколько раз.

Тела, имеющие большую площадь и малый вес, при падении из-за значительного сопротивления воздуха движутся по сложной кривой линии. Вот почему снежинки выются, падая даже в безветренную погоду.

Движение поступательное и вращательное

Пути разных точек одного и того же движущегося тела могут быть различны. Так, например, если идущий человек размахивает рукой, то движение концов пальцев этой руки совершается по путям совершенно иным, чем путь его плеча и носка ботинка.

Поэтому при описании движения всего тела необходимо знать, как движутся различные его точки. Если при движении тела все его точки описывают одинаковые пути, движение называется поступательным. Любая прямая, проведённая в теле, при поступательном движении перемещается параллельно самой себе.

Поступательно обычно движется лодка по спойной реке, гвоздь, вбиваемый в доску, кузов автомобиля при движении по прямой и т. п.

Часто встречается движение вращательное.

Движение колеса швейной машины, движение ручки кофейной

мельницы, движение точильного камня являются примерами вращательного движения.

При вращательном движении все точки тела описывают окружности, центры которых лежат на прямой, называемой осью вращения.

Так как различные точки вращающегося тела лежат на разных расстояниях от центра вращения, то окружности, описываемые такими точками, будут неодинаковы. Точка, лежащая от центра вращения дальше, опишет окружность большего радиуса. Точка, лежащая ближе к центру вращения, опишет окружность меньшего радиуса.

Число оборотов вала

В технике под скоростью вращения какой-либо части машины, например вала, колеса, обычно подразумевают то число оборотов в минуту, которое делает вращающаяся часть.

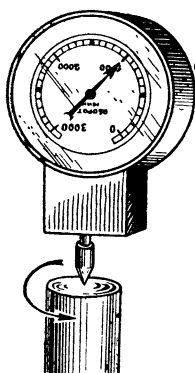


Рис. 180. Тахометр.

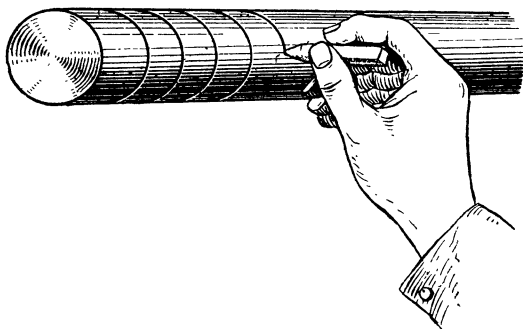


Рис. 181. К вычислению числа оборотов вала.

Специальным прибором, который называется тахометром, можно измерить число оборотов любой вращающейся части машины. Но тахометр (рис. 180) не всегда имеется под рукой, устройство и применение его сложно. Можно и простым способом определить, например, число оборотов вращающегося вала.

Для этого, взяв продолговатый кусок мела, надо прижать его заострённый конец к поверхности вращающегося вала и стараться провести вдоль вала прямую черту. На самом деле прямой черты не получается, а на поверхности вала мел проведёт винто-

вую линию. Необходимо заметить время в секундах, в течение которого чертится линия. На это надо от 2 до 5 секунд.

Число витков можно легко подсчитать, а по ним определить и скорость вращения вала.

Если, например, за 3 секунды мел начертил на поверхности вала 18 витков, то скорость вращения вала

$$\frac{18 \cdot 60}{3} = 360 \text{ оборотов в минуту } \left(\frac{\text{об}}{\text{мин}} \right).$$

Путь точки обода колеса при движении телеги

Колесо движущегося экипажа совершает сложное движение, вращаясь вокруг оси и в то же время перемещаясь вперёд по дороге.

В результате путь точки на обода колеса имеет вид кривой линии, которая называется циклоидой (рис. 182).

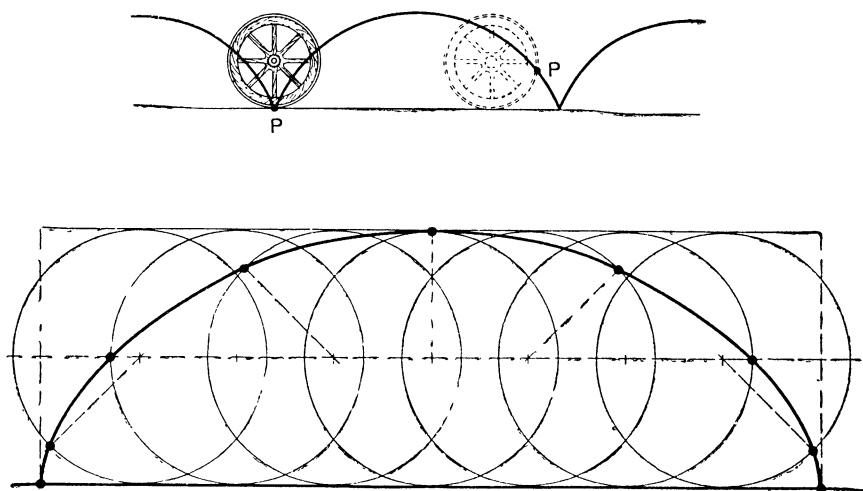


Рис. 182. Циклоида.

Циклоиду можно получить, наблюдая непосредственно за движением колеса телеги, если на обода колеса сделать метку и медленно продвигать телегу на некоторое расстояние по прямой.

Такое же наблюдение можно произвести над движением колеса детского велосипеда, колеса тачки и пр.

Хорошо вычерчивается циклоида на бумаге. Для этого надо вырезать из картона кружок, сделать на его окружности метку,

на листе бумаги провести прямую линию, положить кружок на бумагу и катить его по этой прямой.

Установив карандаш остриём графита у метки на кружке, вести карандаш следом за передвижением метки. Кривая, начерченная таким образом карандашом, и будет циклоида — путь, который проходят точки обода колеса движущегося экипажа (автомобиля, телеги, велосипеда и т. д.).

Осторожнее на поворотах дороги!

При движении по криволинейному пути создаются особые условия для движущегося тела.

Совершить крутой поворот при движении с очень большой скоростью далеко не безопасно. Поэтому скорость движения транспорта обычно уменьшают на поворотах дороги.

При крутом повороте чаще всего опрокидываются высоко нагруженные возы, сваливаются отдельные предметы, плохо увязанные на возу, и т. п.

Автомобили, велосипеды, телеги имеют соответствующее устройство для поворотов.

Произведите наблюдения и запишите, как осуществляется поворот телеги, автомобиля, детского трёхколёсного велосипеда.

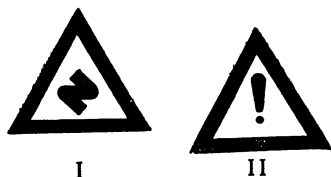


Рис. 183. Дорожные знаки.

Такие предупреждающие знаки (рис. 183) устанавливаются с правой стороны шоссе на расстоянии 120—180 м до места опасности. Завидя знак, водитель машины обязан повысить внимание и постепенно снизить скорость до $15 \frac{\text{км}}{\text{час}}$.

1) Знак I — «крутая кривая или обратные кривые» — устанавливается перед крутым поворотом, где ограничена видимость или движение со скоростью больше $15 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ сопряжено с опасностью.

2) Знак II — «прочие опасности» — устанавливается перед местом, опасным для движения, но не предусмотренным другими знаками. Это означает: крутой уклон, переезд через вершину холма, трудность дороги. Знак устанавливается непосредственно у места, где от водителя требуется повышенная осторожность.

Изучение поворотливости повозки

Свойство повозки совершать повороты очень важно в хозяйственном обиходе. Это свойство называется «поворотливостью» повозки.

Изучите поворотливость обыкновенной телеги.

1. Измерьте диаметр её задних и передних колёс. Сравните между собой и запишите.

Для лучшей поворотливости повозки диаметр передних колёс должен быть меньше диаметра задних.

2. Рассмотрите, при помощи какого устройства осуществляется подвижность передка телеги по отношению к её кузову. Что такое «шкворень», для чего он нужен?

Поворотливость повозки определяется углом поворота передней оси до упора колёс в кузов. При повороте передних колёс линия оси (её продолжение) пересекается с линией оси задних колёс под углом, называемым «углом поворота» повозки. Чем больше этот угол, тем повозка поворотливее. У телег с небольшими передними колёсами угол поворота может быть даже больше 90° . Такие телеги дают возможность развернуться на небольшой площади, например на маленьком дворе.

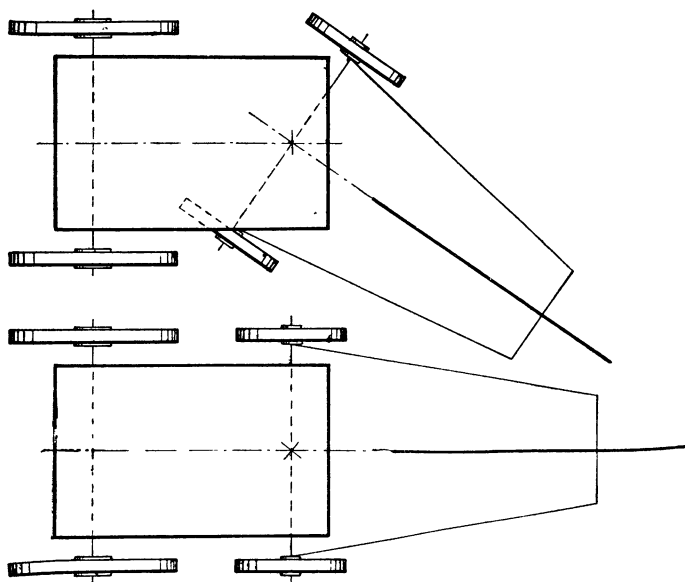


Рис. 184. Поворот передней оси на шкворне.

3. Повернув передок телеги до упора колёс в кузов, измерьте угол поворота изучаемой вами телеги (см. рис. 184).

Повозка должна иметь устойчивость, которая зависит от ширины хода, высоты колёс и высоты груза при гружёной повозке. Предельный угол, под которым повозка наклоняется без опрокидывания, называется «углом устойчивости», он обычно у телег равен 26—30°.

4. Всё изученное вами о поворотливости телеги попытайтесь изобразить схематическими рисунками и кратко описать.

СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Движения различаются по своей скорости.

Путь, проходимый телом за единицу времени, определяет скорость движения данного тела.

Скорость транспорта:

Для движения транспорта в больших городах и на дорогах выработаны определённые нормы скорости, превышать которые запрещается.

	В населённых пунктах	На дорогах
а) Для легковых автомобилей и мотоциклов . . .	40 $\frac{\text{км}}{\text{час}}$	60 $\frac{\text{км}}{\text{час}}$
б) Для грузовых автомобилей	30 $\frac{\text{км}}{\text{час}}$	40 $\frac{\text{км}}{\text{час}}$
в) Для трамваев, троллейбусов и автобусов . . .	20 $\frac{\text{км}}{\text{час}}$	40 $\frac{\text{км}}{\text{час}}$



Рис. 185. Гоночный автомобиль «Звезда» на старте.

Скорость движения ленты эскалатора $0,6 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$

Московского метро в среднем $26,6 \frac{\text{км}}{\text{час}}$

(В Париже та же скорость равна $24 \frac{\text{км}}{\text{час}}$, а в Берлине — $25 \frac{\text{км}}{\text{час}}$)

Для испытания выносливости автомашины и определения наибольшей скорости, которую она может развить, машины каждого нового типа, выпускаемые нашими заводами, обычно включаются в специальные конкурсные пробег.

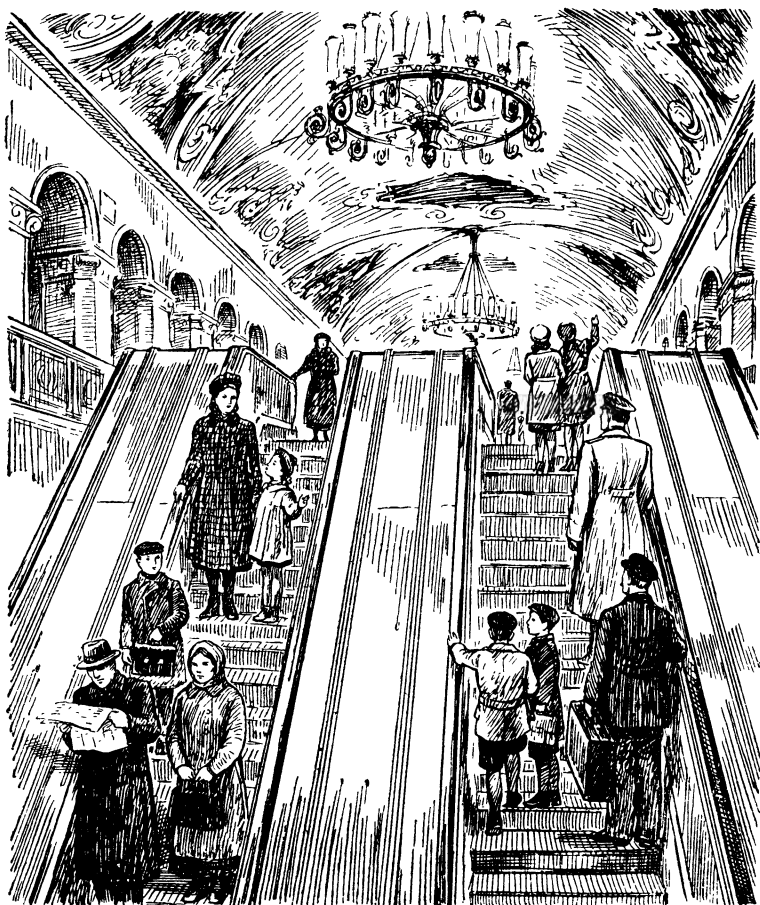


Рис. 186. Эскалатор.

Ниже приводим некоторые данные относительно скоростей движения, выявленных на конкурсных пробегах автомашин (в $\frac{\text{км}}{\text{час}}$).

1. Автомобиль «ЗИМ» на пробеге 1950 г.	93—110
2. Дорожно-гоночный автомобиль «Москвич-шахтёр» (гонщик Г. Попов) 1951 г.	средн. 132
3. Гоночный автомобиль «Победа» (гонщик Сорокин) 1951 г.	165,9
4. Спортивный, конструкции В. Никитина (1 км за 20 сек) 1951 г.	180
5. Спортивно-гоночный автомобиль «Харьков-3», конструкции В. Никитина 1951 г.	202,4
6. Автомобиль младшего класса «Звезда» после усовершенствования в Научно-исследовательском автомобильном институте 1952 г. (гонщик А. Абросенков)	195,5

Скорости различных движений

Скорость света	$300\,000 \frac{\text{км}}{\text{сек}}$
Скорость распространения волн радио	$300\,000 \frac{\text{км}}{\text{сек}}$
Средняя скорость вращения Земли вокруг Солнца . . .	$29,77 \frac{\text{км}}{\text{сек}}$
Скорость искусственного спутника Земли	$8000 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$
Скорость пули при вылете из ствола	$800—900 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$
Скорость точки экватора при суточном вращении Земли вокруг оси	$465 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$
Самолёт реактивный	до $3000 \frac{\text{км}}{\text{час}}$
Скорость распространения звука в воздухе	$332 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$
Самолёт ТУ-104	$1100 \frac{\text{км}}{\text{час}}$
Пассажирский самолёт поршневого ИЛ-14М	$450 \frac{\text{км}}{\text{час}}$
Электропоезд	до $330 \frac{\text{км}}{\text{час}}$
Паровоз	$130—150 \frac{\text{км}}{\text{час}}$
Собака охотничья	до $90 \frac{\text{км}}{\text{час}}$
Ласточка	$80 \frac{\text{км}}{\text{час}}$

Почтовый голубь	45—60	$\frac{\text{км}}{\text{час}}$
Пароход	до 60	$\frac{\text{км}}{\text{час}}$
Крылатый теплоход выпуска «Красное Сормово» . .	60—70	$\frac{\text{км}}{\text{час}}$
Конькобежец }	до 45	$\frac{\text{км}}{\text{час}}$
Велосипедист }		
Подводная лодка	до 30	$\frac{\text{км}}{\text{час}}$
Лошадь	до 20	$\frac{\text{км}}{\text{час}}$
Муха	18	$\frac{\text{км}}{\text{час}}$
Скорость пешехода	6,0	$\frac{\text{км}}{\text{час}}$
Черепаша	0,2	$\frac{\text{см}}{\text{сек}}$
Улитка	0,15	$\frac{\text{см}}{\text{сек}}$

Отгадай!

Мальчик написал на бумаге цифру и закрыл её ладонью.

«Отгадай, какую цифру я написал?» — обратился он к своему товарищу.

«Если к написанной цифре приписать справа пять нулей, получим скорость света ($\text{в } \frac{\text{км}}{\text{сек}}$).

Если написанную цифру написать подряд три раза, получим число, очень близкое к величине скорости распространения звука в воздухе ($\text{в } \frac{\text{м}}{\text{сек}}$).

Если написанную цифру поставить справа сверху у сокращённого обозначения сантиметра, получим единицу объёма».

Отгадайте, какую цифру написал мальчик.

* *
*

Почему колёса быстродвигающегося экипажа или автомашины при вспышке молнии кажутся остановившимися?



Поезд метро провозит все расстояние (8,5 км) за 16 минут. За это же время другие виды транспорта пройдут указанное в масштабе пути. Скорость автомобилей в городе значительно снижается ожиданием соответствующих сигналов светофоров на перекрестках.

Транспорт Москвы.



Рис. 187. Различные виды транспорта большого города.

Транспорт в Москве

В столице Советского Союза Москве населению предоставляется возможность пользоваться различными видами транспорта.

Москва велика. Так, например, чтобы попасть от Казанского вокзала до Красной площади, надо пройти более 5 км и потратить на это час времени. Одна улица Кирова имеет длину 2 км. А если от Казанского вокзала дойти до стадиона «Динамо», на это надо потратить более 3 час. времени, потому что от Казанского вокзала до стадиона «Динамо» путь равен почти 16 км.

Трамвай и троллейбус провезут вас по Москве гораздо быстрее. Вы потратите уже не часы, а минуты.

Самый быстрый вид транспорта в Москве — метро. Движению поездов метро не мешают другие виды транспорта, остановки перед светофорами на углах улиц и т. д. Они идут под землёй строго по расписанию.

Ежедневно различного вида транспорт в Москве перевозит 5 000 000 пассажиров.

Задачи-шутки

1. Из Москвы в Ленинград вышел пассажирский поезд со скоростью $36 \frac{\text{км}}{\text{час}}$. Ему навстречу в то же время из Ленинграда отправился скорый поезд со скоростью $60 \frac{\text{км}}{\text{час}}$. Какой поезд будет дальше от Москвы в момент их встречи?

2. Трое подошли к трамвайной остановке, чтобы вместе поехать на стадион. Трамвая долго не было. Один из трёх решил терпеливо ждать трамвай на этой остановке. Двое других приятелей оказались менее терпеливыми: один из них пошёл вперёд на следующую остановку, другой же пошёл по линии назад, к предыдущей остановке.

Кто из трёх приятелей подъедет к стадиону скорее, если каждый из приятелей сел на своей остановке в первый подошедший к ней трамвай?

Дорога до школы

1. Каким видом транспорта пользуетесь вы по дороге от дома до школы?

2. Сколько времени тратите вы на дорогу от дома до школы?

3. Если в школу вы ходите пешком, то сколько в среднем шагов делаете вы, проходя этот путь?

Зная, чему равен в метрах средний ваш шаг, вычислите в метрах длину пути от дома до школы.

Зная время движения, определите среднюю скорость вашей ходьбы от дома до школы.

4. Если до школы вам приходится пользоваться трамваем, автобусом или троллейбусом, подсчитайте, сколько остановок проезжаете вы?

Пройдите 1—2 перегона пешком для того, чтобы измерить шагами расстояние между двумя остановками. Исходя из этого, вычислите приблизительно длину вашего пути от дома до школы.

Зная время, которое тратите вы ежедневно на дорогу от дома до школы, и длину этого пути, определите приблизительно скорость вашего передвижения.

Определение скорости спуска гири часов

На стене, где подвешены часы с маятником («ходики») укрепите лист бумаги. Отметьте на бумаге.

а) положение гири часов, поднятой на предельную высоту при заводе;

б) положение гири после полного её спуска.

Вычислите высоту полного спуска гири — расстояние по прямой между её первым и вторым положениями (в метрах).

Заметьте по часам время, за которое гиря проходит это расстояние.

Определите скорость опускания гири часов, разделив высоту её полного спуска на время в секундах. Найденную скорость выразите в метрах за секунду и в километрах за час.

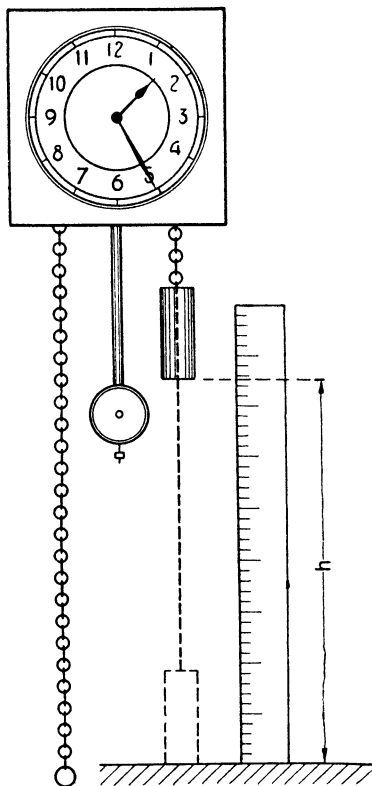


Рис. 188. Определение скорости движения гири часов.



Рис. 189. Скорость движения заводной игрушки.

Определение скорости заводной игрушки

Движение по полу любой заводной игрушки: автомобильчика, грузовика, мотоциклиста, — совершается с определённой скоростью, которую нетрудно определить.

Многие игрушки движутся по кругу. Предварительно необходимо их движение сделать прямолинейным.

Для этого нужно ось, на которую надеты передние колёса, повернуть так, чтобы она стала параллельной задней оси. Тогда заводной автомобильчик будет двигаться по прямой.

Когда форма пути выпрямлена, можно приступить к определению средней скорости движения игрушки. На полу или столе отмерить в сантиметрах определённый путь для движения игрушки. Длина пути будет зависеть от величины игрушки и характера её движения. Есть, например, такие заводные игрушечные автомобильчики, которые движутся с очень большой скоростью. Распространённая игрушка «мотоциклист» движется довольно медленно.

В первом случае придётся для автомобиля отмерить путь длиной в 3—4 м; для мотоциклиста — путь около 1 м или 1,5 м.

Пустите игрушку по отмеченному пути и заметьте время в секундах, за которое самодвижущейся игрушкой будет пройден этот путь.

Если длину пройденного пути разделить на время, затраченное на движение игрушки по этому пути, то получите среднюю скорость движения игрушки.

Опыт проделайте 3 раза.

В записи измерений будете иметь:

№ измерений	Длина пути в см	Время движения в сек	Скорость при данном измерении $\frac{\text{см}}{\text{сек}}$	Средняя скорость движения $\frac{\text{см}}{\text{сек}}$
I — измерение				
II — измерение				
III — измерение				

Определение скорости движения грамзаписи под иглой патефона

1. Измерьте наибольший и наименьший диаметр рабочей части грампластинки.

2. Вычислите по этим двум данным средний диаметр в миллиметрах.

3. Проиграйте пластинку полностью, заметив при этом число полных оборотов грампластинки и время её полного проигрывания.

4. Вычислите полную длину развёрнутой звуковой дорожки на грампластинке. Общая длина грамзаписи равна произведению средней длины окружности рабочей части пластинки на число оборотов при её полном проигрывании (см. числовой пример, приведённый ниже).

5. Определите скорость движения звуковой дорожки под иглой проигрывателя (патефона). Для этого найденную (4) длину звукозаписи надо разделить на время проигрывания пластинки.

Скорость выразите в $\frac{\text{м}}{\text{сек}}$ и в $\frac{\text{км}}{\text{час}}$.

Результаты измерений запишите в таблицу.

Положим, что средний диаметр грамзаписи равен 170 мм; число оборотов пластинки равно 270;

время полного проигрывания равно 3 мин. 15 сек.

Отсюда:

1) общая длина звукозаписи в метрах,

$$\frac{3,14 \cdot 170 \cdot 270}{1000} = 144 \text{ м},$$

2) скорость движения звуковой дорожки:

$$\frac{144}{195} \frac{\text{м}}{\text{сек}} = 0,74 \frac{\text{м}}{\text{сек}}, \text{ или } 2,66 \frac{\text{км}}{\text{час}}.$$

Определение скорости водяного потока

Скорость течения реки, ручья или другого какого-либо водяного потока можно определить следующим простым способом.

Приготовьте себе для наблюдений какой-либо заметный поплавок. За неимением последнего можно для той же цели использовать щепку, пустую спичечную коробку.

Запаситесь часами.

Вбейте в берег колышек. Как раз против него закиньте свой поплавок в воду и заметьте время.

Идите вдоль берега за поплавком.

Пройдите так минуты 2—3 и остановитесь.

Вбейте здесь второй колышек.

Измерьте расстояние между колышками в метрах.

Разделив измеренное расстояние на время в секундах, определите скорость течения в $\frac{\text{м}}{\text{сек}}$.

Пронаблюдайте, с одинаковой ли скоростью течёт река у берега и на середине.

Это удобно наблюдать, имея два поплавка; тогда один двигался бы у берега, другой — посередине реки.

Определение скорости вытекания струи воды из водопроводного крана

1. Обвязать водопроводный кран марлей, чтобы вытекающая струя не разбрызгивалась. Пустить воду так, чтобы струя по мере возможности была по всей своей длине ровной.

2. Измерить диаметр падающей струи. Для этого, держа за струей бумагу с вычерченной на ней шкалой в сантиметрах, отметить карандашом ширину струи на бумаге, ставя отметки по всей возможной длине струи.

3. Вычислить по сделанным измерениям средний диаметр струи в сантиметрах.

4. Подставив под струю литровую банку, замерить время в секундах, требуемое для наполнения водой этой банки.

5. Вычислить объём струи длиной в 10 сантиметров, применив формулу объёма цилиндрического круглого тела:

$$V = \pi \cdot r^2 h, \text{ где } \pi = 3,14; \quad r \text{ (радиус)} = \\ = \frac{1}{2} \text{ среднего диаметра струи и } h = 10 \text{ см.}$$

6) Сообразить: а) какое число таких отдельных цилиндриков по объёму составят целый литр воды?

б) какую общую длину составили бы эти водяные цилиндрики, помещённые по прямой один за другим в ряд.

Такой путь проходит водяная струя, вытекая из крана за время, отмеченное в пункте 4.

7. Разделив общий путь струи (6, б) на время в секундах, определить приблизительно скорость её вытекания из крана (в $\frac{\text{м}}{\text{сек}}$ и $\frac{\text{км}}{\text{час}}$).

Задачи-рисунки

Успеет ли собака догнать лисицу, или та успеет скрыться в своей норе? Скорость собаки $18 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$, скорость лисицы $16 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$. Расстояние между бегущей лисой и догоняющей её собакой, а также расстояние от лисы до её норы указаны на рисунке.

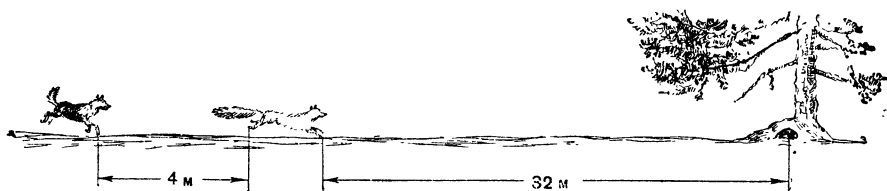


Рис. 190.

Принимая скорость пешехода $6 \frac{\text{км}}{\text{час}}$, скорого поезда $90 \frac{\text{км}}{\text{час}}$, самолёта $500 \frac{\text{км}}{\text{час}}$, ракеты $8 \frac{\text{км}}{\text{сек}}$, вычислить время, которое потребуется для каждого из них для преодоления расстояния от Земли до Солнца (рис. 191).

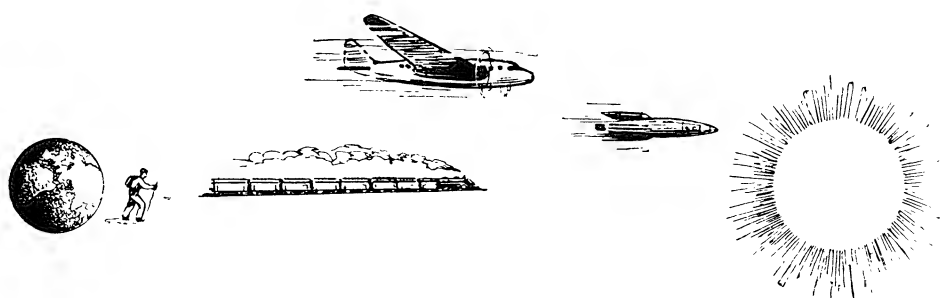


Рис. 191.

Москва — Симферополь

В 1951 г. открыто пассажирское автобусное движение Москва — Симферополь.

Комфортабельные автобусы и такси совершают движение по шоссе, специально приспособленному для удобного проезда от Москвы до одного из старейших городов Крымского полуострова.

Время пути для различного вида транспорта указано ниже.



Рис. 192. Автомобильный транспорт на шоссе Москва—Симферополь.

Время пути			
Скорый поезд	Пассажирский поезд	Автобус	Такси
36 час. 30 мин.	40 час. 30 мин.	40 час. 20 мин.	31 час. 20 мин.

Пользуясь приведённой таблицей и приняв расстояние от Москвы до Симферополя равным 1700 км, вычислить среднюю скорость движения каждого вида транспорта в отдельности.

Наблюдения над движением с изменяющейся скоростью

Насыпьте земли или песку в две горки, расположенные одна возле другой. Пусть высота горок будет 0,5—0,75 м (рис. 193). Утрамбуйте горки так, чтобы они не рассыпались. (Зимой горки можно сделать из снега.) Для удобства наблюдений скаты горок надо делать пологими, а не крутыми.

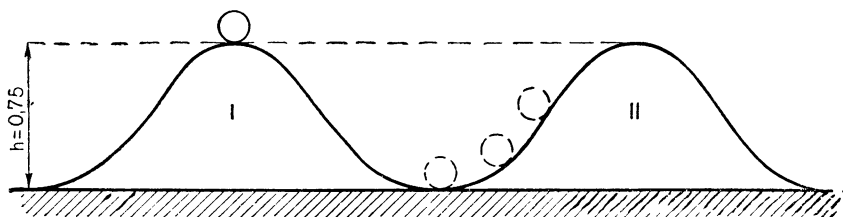


Рис. 193. Неравномерное движение.

Подберите шар или цилиндр с гладкой поверхностью, например обрезок от круглого бревна. Пустите шар скатываться без толчка с вершины одной из горок. Следите за скоростью его движения. Скатившись с одной горки, цилиндр или шар начнёт подниматься по склону другой горки. Заметьте, на какую высоту по склону второй горки поднимется шар.

Одинаков ли характер движения тела при спуске с горы и при подъёме на гору?

Движение, при котором величина скорости возрастает, принято называть ускоренным движением. Движение, при котором величина скорости уменьшается, принято называть замедленным движением.

Какую начальную скорость имело тело в нашем опыте?

Как изменялась скорость шара при спуске с горы? Возраста-ла ли она? Что происходит с движением шара в конце концов при его подъёме на склон второй горки?

Изменяется ли и как скорость движения тела в наших на-блюдениях?

Какое из этих движений можно назвать ускоренным и какое замедленным?

Попробуйте на трёхколёсном детском велосипеде съехать по довольно крутой дороге под гору.

Почему при спуске с горы становится трудно вертеть педали у переднего колеса?

Что происходит со скоростью движения в этом случае?

Что и почему произойдёт с велосипедом при подъёме на гору, если не прилагать усилия для вращения педалей?

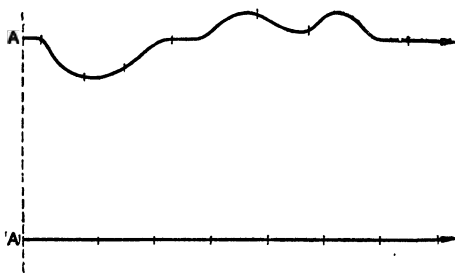


Рис. 194. Графики движения велосипедистов.

Приведите примеры дру-гих ускоренных и замедлен-ных движений, какие вам случилось наблюдать в жиз-ни.

На рисунке 194 в плане указаны пути двух велосипе-дистов, выехавших из одного пункта в одно и то же время.

Путь разделён на отрез-ки, пройденные велосипеди-стами за каждую секунду их движения

Масштаб: 1 см соответствует 5 м.

1. Охарактеризовать движение каждого велосипедиста.
2. Определить среднюю скорость движения каждого.
3. Кто кого обгонит в конце концов, если велосипедистам предстоит ехать ещё 5 сек. по прямому пути, каждому со своей средней скоростью?

ОБ ИНЕРЦИИ

С проявлением инерции тела мы встречаемся очень часто в жизни. Инерцией обладают все без исключения тела независимо от их размеров, формы, состояния.

Учёные сформулировали следующий закон инерции: «В ся-кое тело сохраняет состояние покоя или рав-



Рис. 195. Движение по инерции.

номерного прямолинейного движения до тех пор, пока действие другого тела не выведет его из этого состояния».

Рассмотрим некоторые примеры проявления инерции.

Мяч, брошенный по дороге, катится, несмотря на то, что движущая сила руки перестала на него действовать: мяч катится по инерции.

Лодка движется в течение некоторого времени после того, как перестанешь грести: лодка движется по инерции.

Если тарелку, полную супа, быстро поставить на стол, суп выплеснется из тарелки: жидкость продолжает двигаться по инерции.

При быстром беге сразу не остановишься: продолжаешь двигаться по инерции.

Если человек споткнется на бегу, он падает вперёд, продолжая корпусом движение по инерции.

При быстром беге невозможно сразу сделать крутой поворот: по инерции будешь продолжать двигаться прямолинейно.

На коньках, особенно при фигурном катании, конькобежцы часто используют инерцию, скользя на одной ноге.

Наблюдение над проявлением инерции

Пронаблюдайте и объясните следующие явления инерции:

1. Что происходит с пассажирами, сидящими в кузове грузовика: когда грузовик трогается с места; когда грузовик внезапно тормозит и останавливается; когда грузовик делает поворот?



Рис. 196.

2. Как сбрасывается земля с лопаты?
3. Как веник насаживают на палку?
4. Как насаживают топор на топорнице?
5. Как придают железке в рубанке её правильное положение?
6. Как пользуются инерцией при движении на «самокате» (рис. 196)?

Опыты по инерции

Проделайте следующие опыты, стараясь объяснить происходящие в них явления.

1. Круглый пенал, целиком заполненный песком, уложите на широкую масштабную линейку или другую какую-либо длинную дощечку. Тяните дощечку с пеналом по столу. Длина пенала должна быть перпендикулярна к длине линейки. При резком прекращении движения линейки пенал самостоятельно катится дальше в том же направлении, продолжая движение по инерции.

2. Коробок десять со спичками установите одну на другую ровной колонкой. Отрывистым движением линейки выбейте нижнюю коробку спичек из колонки. Нижняя коробка выбивается, другие же не рассыпаются и остаются на месте благодаря инерции покоя.

3. Кусочком картона прикройте пустой стакан или чайную чашку. Сверху картона посередине положите какую-нибудь монету (3 коп., 5 коп. или 20 коп.). Резким щелчком в ребро сбейте картон со стакана. Монета упадёт в стакан.

4. Небольшую картофелину или шарик, сделанный из глины, насадите на конец гибкой палки. Другой конец палки держите в руке. Размахнувшись палкой, сразу остановите её движение. Картофелина сорвётся с палки и далеко отлетит.

5. Полулитровую банку налейте до краёв водой и поставьте на край стола, подстелив под неё лист бумаги. Резким движением дёрните бумагу книзу. Бумага выдернется из-под банки; банка не упадёт, и вода не выльется из неё. Быстрое движение бумаги не успеет передаться воде и банке, и инерция последних не будет преодолена.

6. Возьмите два яйца: одно сваренное вкрутую, другое сырое. Заставьте оба яйца вращаться. Лёгким прикосновением ладони сразу остановите яйца и отнимите руку. Круто сваренное яйцо остановится сразу, сырое будет продолжать раскачиваться. Жидкость внутри сырого яйца продолжает движение по инерции и не даёт сразу остановиться скорлупе сырого яйца.

Вопросы

1. Почему опасно перебегать дорогу перед идущим поездом?
2. Почему, встряхивая половик, мы можем выбить из него пыль?
3. Для чего нужен тормоз?
4. Почему для того, чтобы дальше прыгнуть, надо разбежаться?
5. Почему, поскользнувшись на льду, мы падаем назад, а не вперёд?

СИЛА, ПРЕПЯТСТВУЮЩАЯ ДВИЖЕНИЮ,— СИЛА ТРЕНИЯ

При всяком движении возникает трение. Причиной трения являются неровности, которые всегда имеются на поверхности движущегося тела, и неровности пути, по которому тело двигается. Эти неровности задерживают движение тела.

По одной и той же дороге гладкий отшлифованный стальной шарик прокатится дальше, чем, например, картофелина или шарик, сделанный из шерсти. По льду, асфальту, каменному полу

наш стальной шарик прокатится дальше, чем по сыпучему песку, по булыжной мостовой.

Неровности пути задерживают движение гладкого шарика. Весьма гладкой поверхностью надо считать поверхность льда, стекла и отшлифованной стали.

Трение ведёт к износу и порче трущихся частей различных машин, станков.

На преодоление трения при движении требуется лишняя и порой очень значительная работа.

С другой стороны, отсутствие трения привело бы к невозможности движения железнодорожного транспорта по рельсам, затруднило бы движение человека, автомашин по скользкой гладкой дороге.

Коэффициент трения

Сила трения зависит от веса тела. Прямо пропорционально увеличению веса тела увеличивается и сила трения.

Если же взять отношение силы трения к весу тела, то для одних и тех же трущихся поверхностей отношение этих величин останется постоянным. Так, например, если вес тела был равен 2 кг и сила трения была равна 0,8 кг, то отношение их равно 0,4:

$$\frac{\text{сила трения}}{\text{вес тела}} = \frac{0,8}{2} = 0,4.$$

При увеличении веса тела втрое сила трения увеличится тоже втрое, но отношение её к весу будет $\frac{2,4}{6} = 0,4$.

Отношение силы трения к весу тела есть величина постоянная для данного рода трущихся поверхностей и называется «коэффициентом трения». Для разных материалов коэффициент трения различен.

Коэффициент трения выражается отвлечённым числом

$$\frac{0,8 \text{ кг}}{2 \text{ кг}} = 0,4$$

Ниже приводится таблица наиболее распространённых коэффициентов трения скольжения. Зная коэффициент трения и вес тела, можно заранее подсчитать силу тяги, которую необходимо приложить, чтобы данное тело равномерно волочить по данной поверхности, например гружёные сани по снежной дороге, гружёную вагонетку по рельсам и т. п.

Таблица коэффициентов трения

<i>При скольжении</i>	
Железо по железу	0,14
Железо по дереву	0,49
Дерево по дереву	0,34
Кожа по дереву	0,33
Сталь по льду	0,014
Деревянные полозья по снегу, льду	0,035
» » подбитые железом	0,02
<i>При качении</i>	
Резиновые шины по асфальту	0,02—0,03
Железные шины по рельсам	0,006
» » по асфальту	0,01
» » по каменному шоссе	0,02
» » по земле	0,08—0,16
» » по сыпучему песку	0,15—0,3
У железнодорожных вагонов	0,003
У трамвайных вагонов	0,008

Указанные числа являются средними числами, так как для одного и того же вида движения коэффициент трения изменится в зависимости от **состояния дороги**, например, в погоду сухую и в погоду дождливую.

Вопросы

1. Для чего полозья саней подбивают железом?
2. Для чего сапожники вошат нитки при шитье кожи?
3. Почему тяжело ходить по песку?
4. Для чего колёса трактора имеют шпоры?
5. Для чего подковывают лошадей?
6. Для чего на подошвы га-лош и на поверхности шин на-носят рельефные узоры?



*Рис. 197. Узоры на автомо-
бильных шинах.*

7. Почему у самой поверхности земли ветер слабее?
8. Почему нагруженный автомобиль буксует на плохой дороге меньше, чем пустой?
9. Почему кататься на коньках трудно как при сильном морозе, так и в оттепель?
10. Почему, запуская змей, можно о бечеву обжечь руку?

«Листопад. Берегись юза!»

Осенью у трамвайных путей, идущих под уклон вблизи деревьев сквера, бульваров, вывешиваются обычно печатные таблички с предупреждением «Листопад. Берегись юза!»

Что такое «юз»?

Скольжение уже заторможенных колёс называют «юзом». Юз может возникнуть и у колёс трамвая, и у колёс автомашины, если под колесо попадут опавшие свежие листья и вызовут его скольжение. В этих случаях сила инерции может быть так велика, что она преодолеет трение колёс о рельсы (или шин о мостовую). Усиливать торможение при этом не имеет никакого смысла. Колёса всё равно будут скользить.

Чтобы избежать «юза», надо так тормозить, чтобы колесо продолжало катиться и не начало бы проскальзывать.

Способы уменьшения трения

Трение ведёт к порче и износу трущихся частей механизма. От трения чаще всего изнашиваются оси в экипажах. Раньше, когда люди для своих передвижений принуждены были пользоваться не автомашинами, которых ещё не было, а экипажами, поломки экипажных осей в дороге были обычным и частым «дорожным несчастьем».

Для уменьшения трения очень давно начали применять смазку. Смазка заключается в том, что между трущимися поверхностями вводят слой масла, жира и т. п. Слой смазочного материала прилипает к трущимся поверхностям, и трение между ними заменяется трением между слоями смазки. Это приводит к уменьшению трения во много раз.

Другим способом уменьшения трения является замена трения скольжения трением качения. Трение качения в 40—60 раз меньше, чем трение скольжения.

Для передвижения тяжёлых грузов «волоком» под грузы подкладывают катки. Это часто практикуется в обыденной жизни, в которой не все процессы механизированы. При перемещении тяжёлых грузов в больших портах, на пристанях, товарных железнодорожных станциях в настоящее время широко применяются различные роликовые приспособления, переводящие скольжение грузов на перекачивание.

Таковы, например, роликовые следи, роликовые цепи, роликовый лом и т. п. Роликовые следи представляют собой как бы деревянный половик, состоящий из рамы длиной в 3 м, в которую вставлены 15 роликов. Груз, положенный на такие свободно вращающиеся ролики, перемещается по ним, как по каткам.

Различные роликовые приспособления способствуют облегчению работы грузчиков.

Например, грузоподъёмность трех одновременно действующих роликовых ломов доходит до 2 Т. Усилие, приходящееся на человека при перемещении 1 Т груза, становится равным 25 — 30 кг.

Шарикоподшипники

В 1931 г. вступил в действие Первый государственный шарикоподшипниковый завод, построенный на одной из окраин г. Москвы.

По своим размерам, техническому оснащению и объёму выпускаемой продукции этот завод-гигант не имеет себе равных в Европе. Первый подшипниковый завод является и самым большим из подшипниковых заводов в нашем Союзе. Все процессы на заводе механизированы. Сложные станки-автоматы, получив необработанные куски стали, после разнообразных операций над ней выбрасывают готовую продукцию в виде стальных гладких шариков и роликов или стальных колец подшипников. Шлифовка поверхности шариков доведена до такой большой точности, что шарики бракуются, если замеченные неровности составляют по своей величине даже десятые доли микрона. Завод-гигант изготавливает как очень маленькие подшипники, так и очень большие. Малые подшипники имеют диаметр 1,8 мм; диаметр шариков для таких подшипников 0,075 мм. Из 2 кг металла таких шариков можно сделать 557 миллионов; уложенные в нить они в длину займут 41 км. Наряду с маленькими подшипниками завод выпускает подшипники и

таких гигантских размеров, что через внутреннее кольцо их свободно может проехать малолитражный автомобиль «Москвич».

Каждый шариковый подшипник состоит из двух стальных колец, между которыми находятся стальные шарики (см. рис. 198).



Рис. 198. Шарикоподшипник.

Наружное кольцо укрепляется в машине в части, поддерживающей вращающийся вал, внутреннее кольцо подшипника укрепляется непосредственно на валу.

Если шарикоподшипник предназначается для уменьшения трения между втулкой колеса и осью, то внутреннее кольцо подшипника соединяется с осью, наружное — с втулкой колеса. Так как кольца подшипника устанавливаются и на оси, и во втулке колеса неподвижно, то при движении колеса катится по шарикам, которые в свою очередь могут катиться по внутреннему жёлобу наружного кольца подшипника. Везде, где укреплены шарикоподшипники,

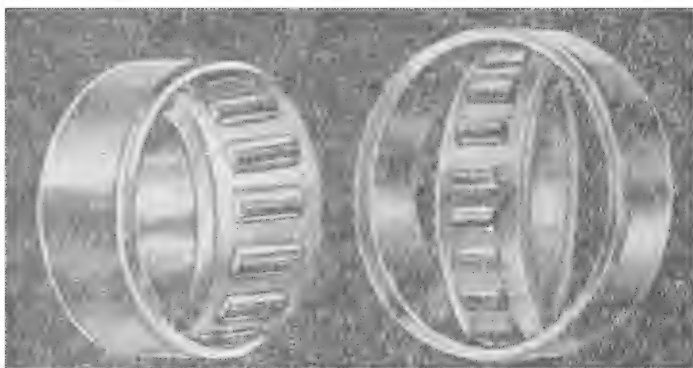


Рис. 199. Роликовый подшипник.

трение скольжения заменяется трением качения, что даёт громадную экономию в работе механизма и уменьшает износ его движущихся частей. Отсюда понятно, что количество подшипников, изготавливаемых в нашей технически высокоразвитой стране, должно исчисляться миллионами.

Вопросы к наблюдениям

1. Установите, где в велосипеде помещены шарикоподшипники, в чём заключается их назначение.

2. Установите, одинаково ли изнашиваются оси передних и задних колёс обыкновенной телеги? Чем это можно объяснить?

3. Установите, каким способом уменьшают трение в движущихся частях домашней швейной машины. Дайте схематический рисунок швейной машины, крестиками пометьте на нём места необходимой смазки.

4. Расспросите, как и чем смазываются движущиеся части трактора и автомашины. Перечислите основные места смазки и автосмазки в этих машинах.

5. На рисунке 200 приведён один из простейших тормозов колёс телеги. Разберитесь, что достигается таким торможением, когда и где его можно применить; все ли колёса телеги или другого движущегося экипажа необходимо снабжать тормозом?

6. Разберитесь, как устроен тормоз в велосипеде.

7. На рисунке 156 дана схема пневматического тормоза железнодорожного вагона. Разберитесь в принципе его действия.



Рис. 200. Простейший способ торможения колеса телеги.

Вопросы на догадку



Рис. 201. Почему катить бочку легче, чем волочить?

1. Почему посуда чаще всего бьётся при её мытье?
2. Зачем при перелистывании бумаги или бумажных денег смачивают пальцы?
3. Для чего нужна работа тормоза при остановке трамвая?

ПРИМЕНЕНИЕ СИЛ

Вопросы к наблюдениям

1. Какие силы приводят в движение:
 - а) падающую воду в гидроустановках, б) железнодорожный поезд, в) электропоезд, г) трактор и автомашину, д) самолёт, е) конные грабли.
2. Проверьте, во сколько раз правая рука у вас сильнее левой.
3. Какой наибольший груз можете вы поднять двумя руками?
4. Чему равен рекордный наибольший груз, поднятый нашими тяжёлоатлетами?

Простые машины

Человеку в работе часто приходится прикладывать очень большую силу. Развить большую силу даже в течение очень короткого времени (рывком, ударом, толчком) человеку не легко. Легче, совершая работу, приложить малую силу, используя её или в течение большего времени, или действуя ею на большем пути.

Так, например, поднять сразу 10 кирпичей трудно даже и на высоту в 1 м. Поднять на ту же высоту в два приёма по 5 кирпичей уже легче. Поднять 5 кирпичей на высоту в 2 м для человека легче, чем поднять 10 кирпичей на высоту в 1 м.

Величина механической работы одна и та же как в первом, так и во втором и в третьем примерах. Одна и та же работа может быть произведена разными способами: или действуя большой силой на коротком пути, или действуя малой силой на длинном пути. Всякий раз, когда в работе мы выигрываем в силе, мы проигрываем в пути, выигрывая в пути, проигрываем в силе. Это так называемое «золотое правило механики».

Простые машины и являются теми механизмами, при помощи которых мы можем, производя ту же работу, получить выигрыш в силе, проиграв при этом в пути.

Таковыми простыми машинами являются: рычаги, блоки, наклонная плоскость, ворот, клин.

Сложные механизмы, используемые в современной технике, содержат много простых машин, разнообразно комбинируемых. Так, например, в конструкции подъёмного крана мы найдём и рычаг, и блоки, как подвижные, так и неподвижные.

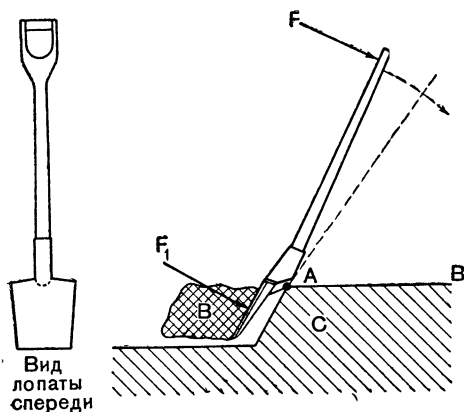


Рис. 202. Лопата как рычаг:

F —сила действия руки,
 A —точка опоры при вращении лопаты,

F_1 —сила сопротивления,
 B —отделяемый кусок грунта,
 C —нетронутый грунт.

Вопросы к наблюдениям

1. Какими простыми приспособлениями можно облегчить подъём груза?

2. Перечислить и дать схематические рисунки тех механических приспособлений, которые употребляются в быту и преимущественно служат для изменения величины применяемой при работе силы.

3. При каких условиях рычаг выходит из равновесия? Что необходимо сделать, чтобы восстановить равновесие равноплечего и неравноплечего рычагов? Каковы должны быть плечи рычага, чтобы не было ни выигрыша, ни проигрыша в силе?

4. Руководствуясь рисунком 202, измерить плечи рычага-лопаты, часто употребляемой вами при копании, и выяснить, во сколько раз вы получаете выигрыш в силе при её употреблении.

5. Измерить длину плеч у ножниц и рассчитать выигрыш в силе, получаемый при работе этими ножницами. Дать чертёж к проделанным измерениям по примеру, приведённому на рисунке 203.

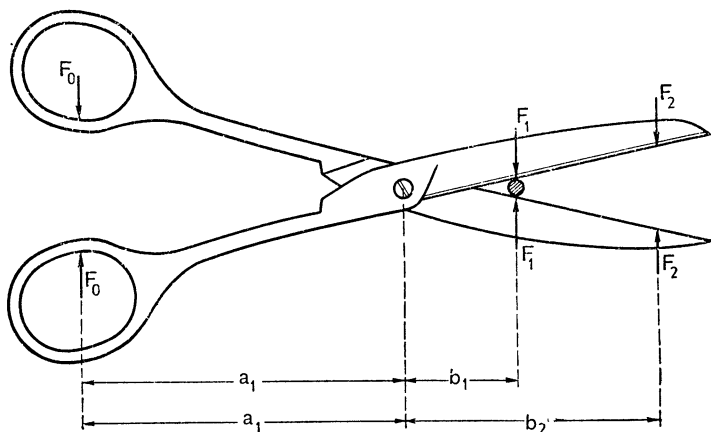


Рис. 203.

Задачи-рисунки



Рис. 204.

Которой из изображённых на рисунке девочек нести узелок легче? Почему?

Какие простые механизмы изображены на рисунке?
Объясните их действие.

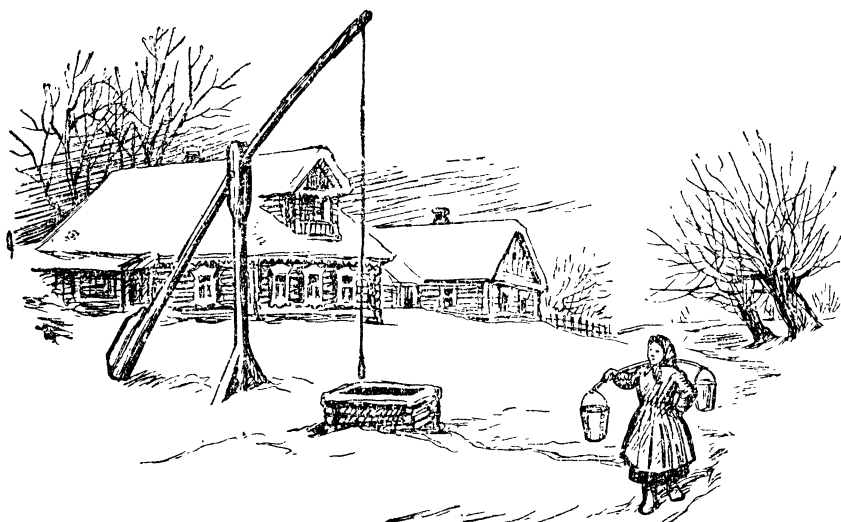


Рис. 205.

Затяжка сена на возу

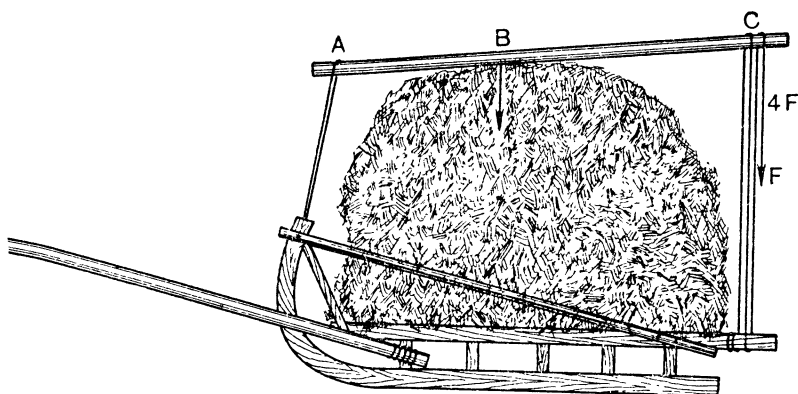


Рис. 206.

За верёвку, дважды перекинутую через точку C рычага AC , тянут с общей силой $4F$ книзу. Сила нажима при этом в точке

B будет больше $4F$ во столько раз, во сколько длина всего рычага (слегка) AC будет больше плеча AB .

Точка A есть точка, около которой происходит вращение рычага.

Изучение действия блоков

Чтобы выяснить, какой выигрыш в силе получают, используя в работе неподвижный или подвижный блок, сделайте следующие опыты.

К опытам подготовить:

а) Гладко оструганный круглый стержень укрепить горизонтально на высоком штативе или другим способом (повыше).

б) Подобрать груз. Поднимаемым грузом может служить любое тело, вес которого известен, например: кирпич, ведро с водой, детское игрушечное ведёрко с песком, и пр.

в) Подобрать верёвку и 2 одинаковых блока, в крайнем случае самодельных или из частей «конструктора».

г) Динамометр, соответствующий весу поднимаемого груза.

Порядок измерений:

1) При помощи динамометра поднять груз вертикально вверх на некоторую высоту (рис. 207). Записать показание динамометра. Заметить высоту поднятия груза. (При каждом последующем опыте высота подъёма груза должна быть одной и той же.)

2) Перекинув верёвку через горизонтальный стержень, не отцепляя динамометра, тянуть её книзу и поднять груз на установленную высоту. Записать показание динамометра.

3) Прикрепив подвижный блок к грузу, перекинуть верёвку через него и через блок неподвижный; поднимать груз, как указано на рисунке 207. Записать показание динамометра.

Сделать вывод:

При какой установке блоков сила, необходимая для поднятия груза вверх, была наименьшей?

Какой блок и во сколько раз (имея в виду вес груза) даёт выигрыш в силе?

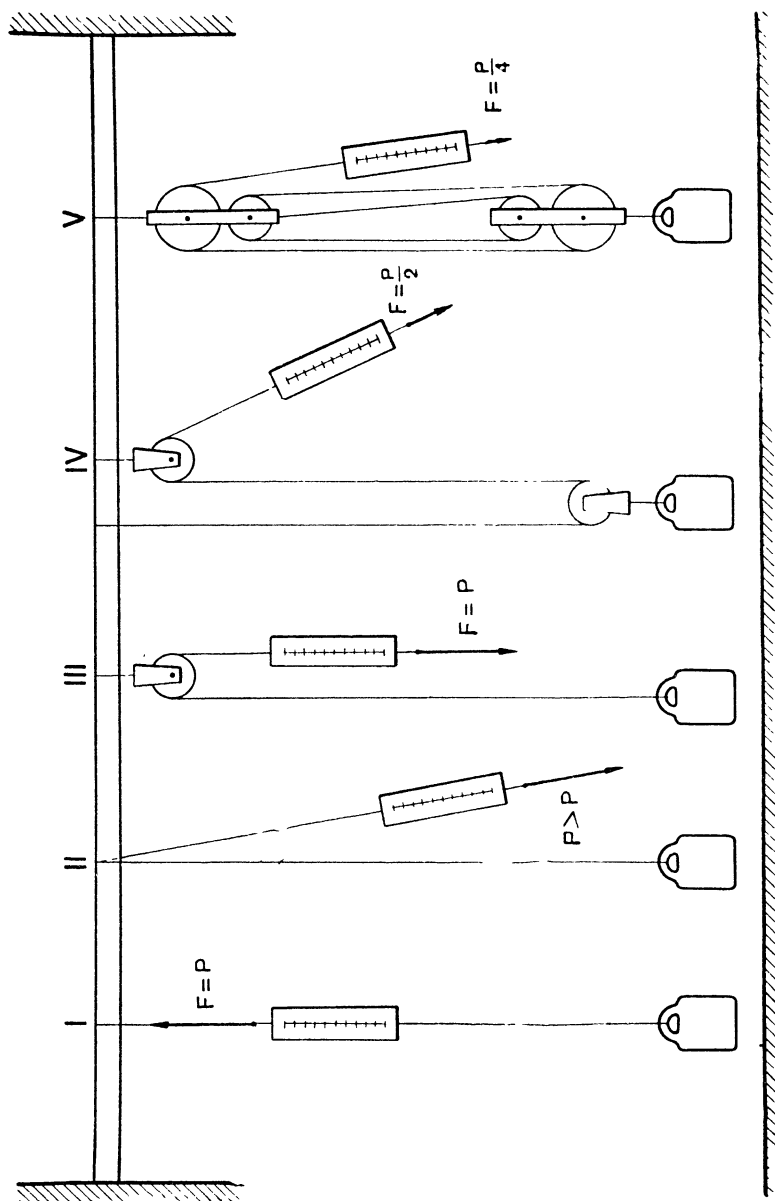


Рис. 207. Использование блоков.

Применение блоков на автоэлектрокране

На рисунке 208 изображена кривая грузоподъёмности крана в зависимости от наклона его стрелы.

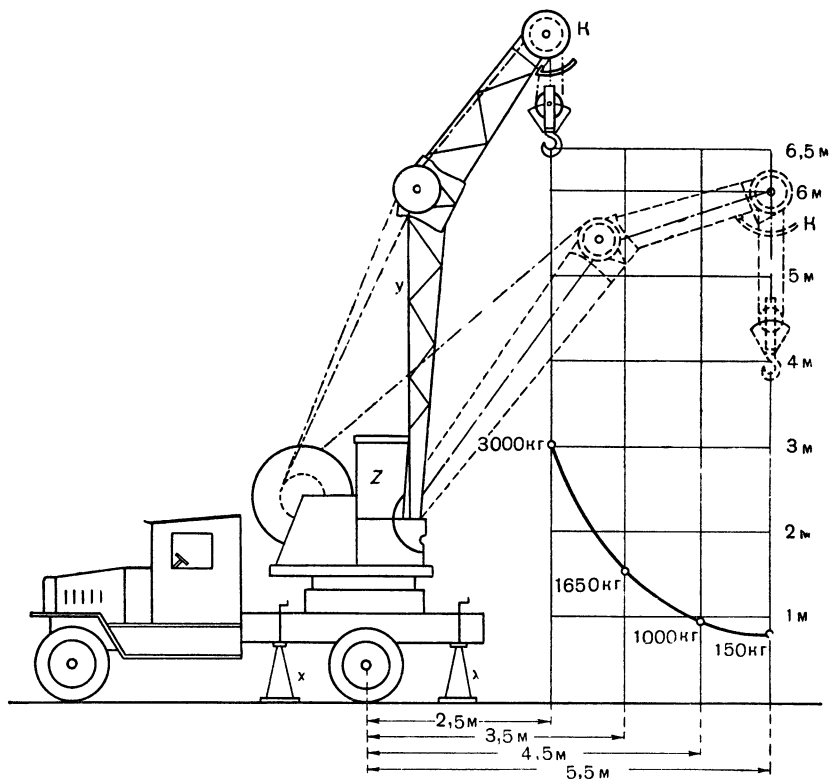


Рис. 208. Применение блоков на автоэлектрокране.

Обозначения:

K — концевой выключатель стрелы;

x, x — винтовые домкраты-аутригера;

y — стрела;

Z — пульт управления краном.

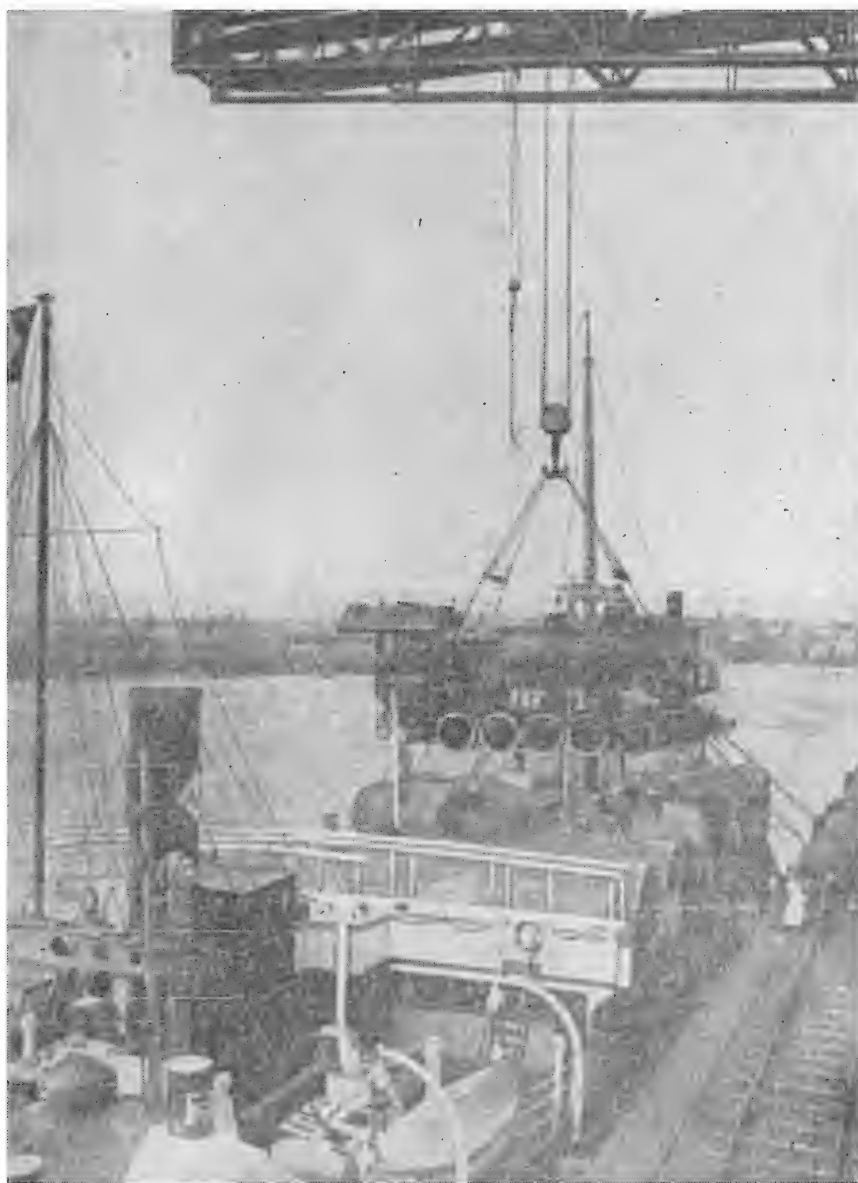


Рис. 209. Погрузка паровоза на пароход при помощи системы блоков.

ПРОСТЫЕ МАШИНЫ, ПРЕОБРАЗУЮЩИЕ ДВИЖЕНИЕ

Ворот

К таким машинам прежде всего надо отнести ворот (рис. 210). Ворот — машина чрезвычайно распространённая. При помощи ворота обычно поднимают вёдра из колодца. Ворот даёт возможность вращательное движение рукоятки преобразовать в поступательное движение поднимаемого груза (ведра), при этом на него наматывается верёвка, поднимающая ведро вверх.



Рис. 210. Модель колодца с воротом, сделанная учащимися VI класса.

Ворот даёт выигрыш в силе. Плечами сил в вороте являются: плечом силы действия руки — радиус окружности, описываемой рукояткой; плечом силы веса груза — радиус окружности вала. Во сколько раз длина рукоятки больше радиуса вала ворота, во столько раз сила, приложенная к рукоятке, меньше веса поднимаемого груза.

Если вместо рукоятки на одном конце вала ворота насажено большое колесо, радиус такого колеса явится плечом силы действия руки.

Выигрыш в силе на воротах зависит от отношения радиуса колеса к радиусу вала. Например, если радиус вала 20 см, а радиус колеса 1 м, то выигрыш в силе при работе таким воротом будет в 5 раз ($100 : 20 = 5$).

Зная вес поднимаемого груза и произведя измерения длины рукоятки и радиуса вала, можно получить интересный вывод о выигрыше в силе, а также и представление о самой величине силы, которой мы действуем при использовании данного ворота.

Зубчатые колёса

Если требуется передать вращательное движение от одного вала на другой вал, находящийся на близком расстоянии от первого и расположенный параллельно с ним, то при этом чаще всего применяют зубчатую передачу, состоящую из двух или более зубчатых колёс. Зубчатые колёса малого диаметра часто называют шестернями, или шестерёнками.

Зубчатые колёса отличаются друг от друга по диаметру, по числу зубцов и по форме зубцов. Зубчатые колёса могут иметь самую различную форму: цилиндрическую, коническую или более сложную.

Пусть, например, ведущее колесо имеет 80 зубцов, а сцепленное с ним ведомое колесо—20 зубцов. При повороте одного колеса на один зубец другое поворачивается тоже на один зубец. В то время как первое колесо делает один полный оборот, через точку зацепления колёс должно пройти 80 зубцов первого колеса и, следовательно, столько же зубцов второго. А так как второе колесо имеет только 20 зубцов, то при одном обороте первого колеса второе колесо сделает четыре полных оборота ($80 : 20 = 4$).

Колесо, имеющее меньшее число зубцов, вращается быстрее.

Отношение числа зубцов ведущего колеса к числу зубцов колеса ведомого называют «передаточным числом», или просто «передачей».

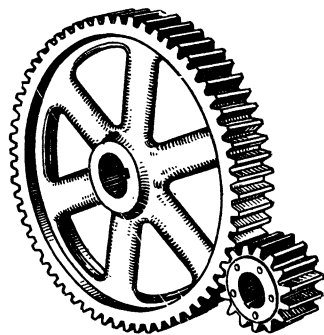


Рис. 211. Зубчатые колёса.

Ремённая передача

Зубчатая передача удобна только в том случае, когда валы, на которых насажены зубчатые колёса, находятся близко друг к другу. Поэтому зубчатая передача обычно является частью одной какой-нибудь машины.

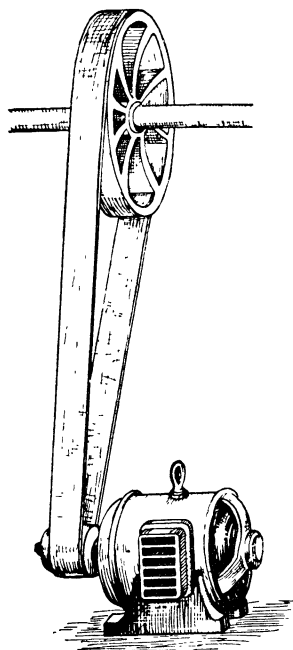


Рис. 212. Ремённая передача

Если же движение требуется передать, например, от мотора к станку, расположенному на некотором расстоянии, то передача движения осуществляется при помощи приводного ремня, охватывающего шкив у мотора и шкив у станка.

Закон передачи движения при помощи шкивов тот же, что и для зубчатых колёс: чем меньше диаметр шкива, тем больше скорость его вращения.

Если обозначить диаметры шкивов через D_1 (ведущего) и D_2 (ведомого), числа оборотов через n_1 (ведущего) и n_2 (ведомого), то имеем соотношение:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}.$$

Зная три величины и подставляя их в данное соотношение, можно определить четвёртую неизвестную величину.

Применение ремённой передачи имеем, например, в ножной швейной машине. Качание подножки и дышла заставляет вращаться коленчатый (изогнутый) вал с приводным колесом, на котором укреплен ремень. Посредством этого ремня (2) вращение колеса передаётся маховому колесу машины (1) (см. рис. 213).

Маховое колесо машины меньше в 5—6 раз, чем приводное колесо, поэтому за один оборот последнего, т. е. за одно качание подножки, маховик машины сделает 5—6 оборотов.

Провести наблюдения

I. Ножной привод швейной машины

1. У домашней швейной машины рассмотреть устройство передачи движения от ножного привода к маховику машины.



Рис. 213. Швейная машина.

2. Измерить диаметр приводного колеса (2) и диаметр маховичка машины (1). Определить их отношение.
3. Определить, сколько оборотов делает приводное колесо за одно качание подножки.
4. Подсчитать, сколько оборотов сделает за это же время маховое колесо машины.
5. Найти соотношение числа оборотов маховичка к числу оборотов приводного колеса. Равно ли это отношению диаметров?

II. Передача движения у велосипеда

1. Посмотреть, как осуществляется передача движения от педалей к колёсам велосипеда.
2. С чем и как соединена большая шестерня?
3. Подсчитать число зубцов на малом зубчатом колесе и число зубцов большого зубчатого колеса.
4. Измерить диаметр заднего колеса велосипеда.
5. Определить, на какое расстояние продвигается велосипед за время одного оборота педали.
6. Какое расстояние пройдёт такой велосипед за 5 минут и за час при двух оборотах педали в секунду?

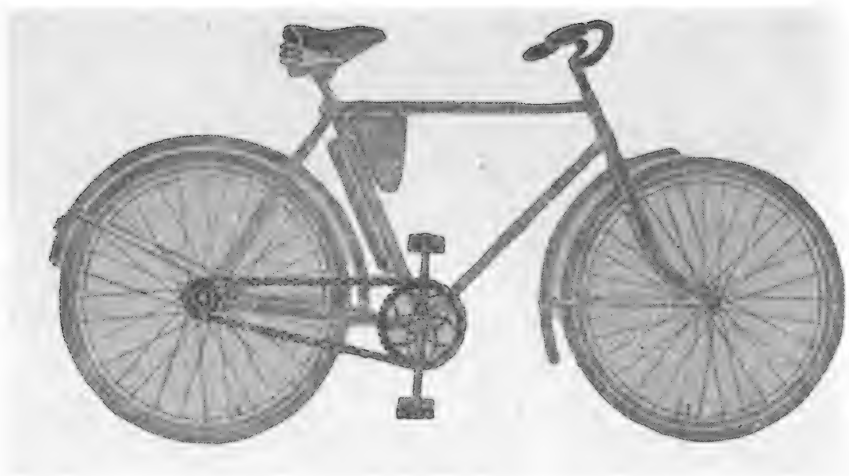


Рис. 214. Велосипед.

III. Станок точильщика

В настоящее время даже в больших городах нередко можно встретить точильщиков, которые, вскинув на плечо свой станок, ходят по дворам и магазинам, предлагая «точить ножи, ножницы, бритвы править». Установить время, с которого человек начал пользоваться точильным станком такой примитивной конструкции, невозможно. Большая эффективность действия, очень простое устройство, лёгкость в переносе — вот качества, которые обеспечивают широкое применение этого механизма даже в дни нашей высокоорганизованной техники. Точильный станок приводится в движение ножной педалью, которая через коленчатый вал своё движение передаёт большому колесу. С этого колеса посредством ремённой передачи движение передаётся на малый шкив, насаженный на верхний горизонтальный стержень. На этом горизонтальном валу и помещается главная рабочая часть станка — круглый точильный камень. Ремённая передача даёт возможность сообщить большую скорость вращения малому шкиву, горизонтальному валу и точильному камню. Если к быстро вращающемуся точильному камню прикоснуться лезвием ножа, то вследствие большого трения часть поверхности с лезвия ножа стачивается, лезвие утончается, нож приобретает нужную остроту — оттачивается.

Такой точильный станок нетрудно устроить и самому; в домашнем хозяйстве это одна из незаменимых и нужных вещей.

Для лучшего ознакомления с точильным станком небесполезно провести следующие наблюдения и измерения:

1) рассмотреть и зарисовать устройство педали станка (рис. 215);

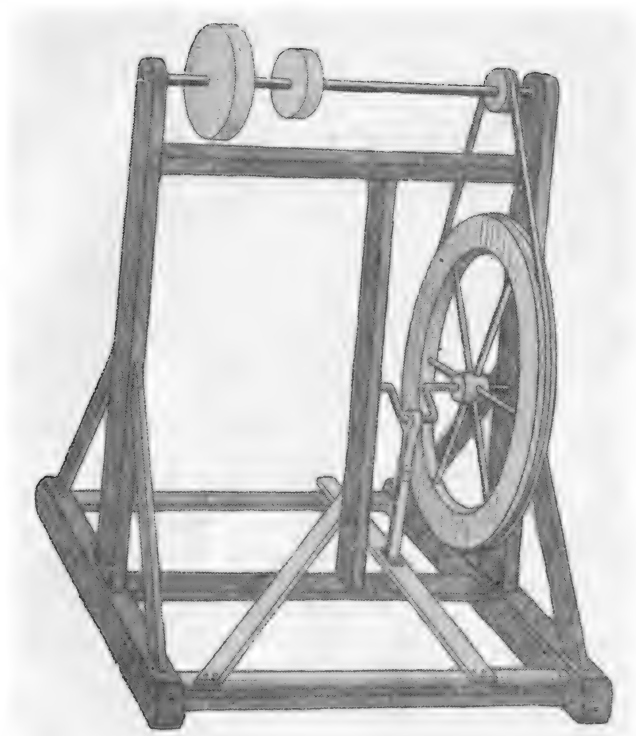


Рис. 215. Точильный станок.

2) отметить, как движение педали передаётся большому колесу станка;

3) измерить диаметр большого колеса;

4) измерить диаметр верхнего шкива;

5) определить, во сколько раз число оборотов малого шкива должно быть больше числа оборотов большого шкива;

6) определить, сколько полных оборотов точильного камня можно получить за время одного качания педали;

7) сколько оборотов точильный камень совершит за 1 секунду?

IV. Лебёдка

Одним из распространённых механизмов является лебёдка (рис. 216). Лебёдка применяется в строительстве при подъёме грузов.

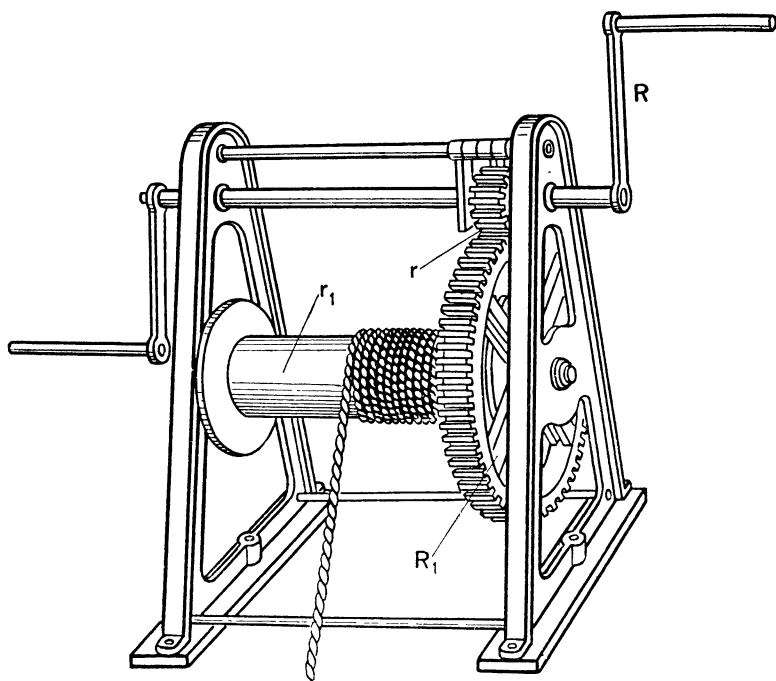


Рис. 216. Лебёдка.

По конструкции лебёдка представляет собой сочетание рычага (рукоятки), зубчатых колёс и ворота.

Выигрыш в силе при работе лебёдкой получается дважды: первый выигрыш в силе имеем из отношения длины рукоятки (R) к радиусу малого зубчатого колеса (r); второй выигрыш имеем из отношения радиуса большого зубчатого колеса (R_1) к радиусу вала (r_1), на который наматывается верёвка, тянущая груз.

Общий выигрыш по величине получается равным отношению

$$\frac{RR_1}{rr_1}.$$

Например, если длина рукоятки 60 см, радиус малой зубчатки 5 см, радиус большой зубчатки 50 см и радиус вала лебёдки 10 см, общий выигрыш в силе будет:

$$\frac{60 \cdot 50}{5 \cdot 10} = 60,$$

т. е. используя в работе данную лебёдку, выигрываем в силе в 60 раз.

Не следует забывать, что, выигрывая в силе, мы в любом механизме, в частности и в лебёдке, проигрываем во столько же раз в пути: наматываем большую длину верёвки и наматываем её медленно (проигрываем в скорости движения).

Проведите следующие наблюдения

1. Присмотритесь к работе каждой отдельной части лебёдки и к их согласованному движению при вращении рукоятки.

2. Сделайте измерения:

а) длины рукоятки лебёдки (R),

б) радиуса малой зубчатки (r),

в) радиуса большой зубчатки (R_1)

(до основания зубцов).

(При более точных расчётах следует измерять радиус зубчатых колёс от центра колеса до $\frac{1}{2}$ высоты зубца.)

г) Радиуса вала (r_1).

3. Рассчитайте, какой выигрыш в силе можно получить от данной лебёдки.

4. Установите, какое устройство в лебёдке препятствует вращению её рукоятки в обратном направлении при поднятом грузе, если рукоятку временно выпустить из рук?

О МЕХАНИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Чем больше вес груза, тем большая сила требуется для его передвижения по одному и тому же пути.

Механическая работа прямо пропорциональна приложенной силе и пройденному пути.

$$\text{Работа} = \text{сила} \times \text{путь}.$$

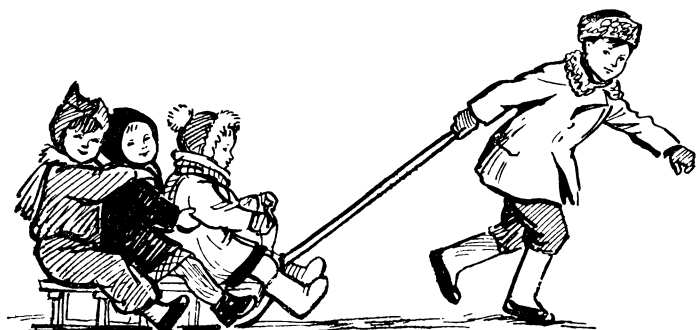
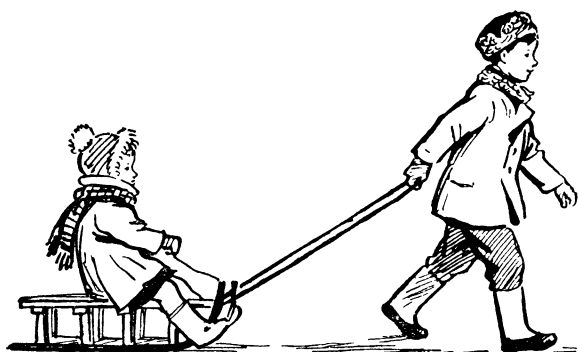


Рис. 217. Чем ббольшую силу приходится прикладывать для передвижения санок, тем больше работа (путь в обоих случаях одинаков).

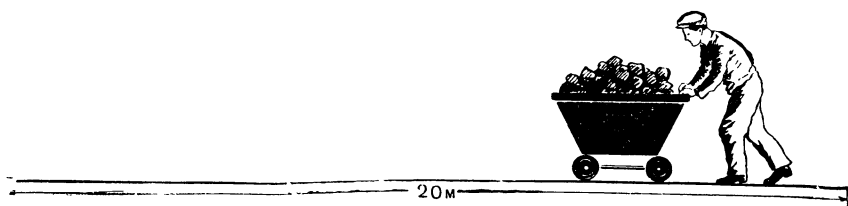


Рис. 218. Работа при передвижении вагонетки равна произведению величины движущей силы на путь.

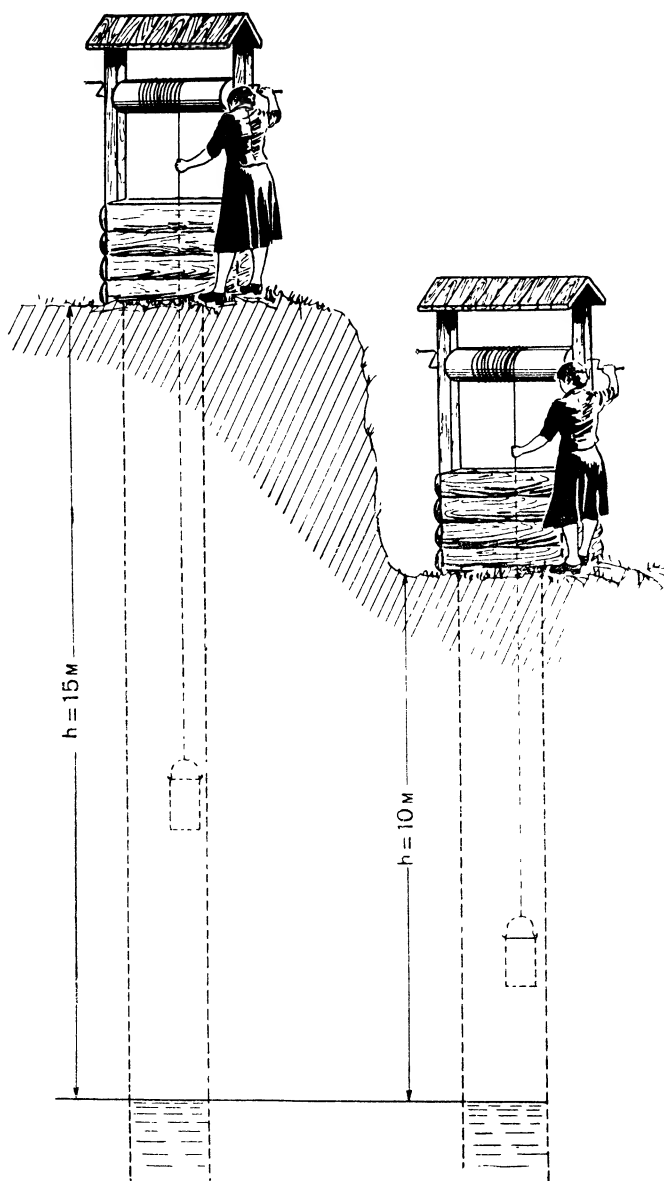


Рис. 219.

Чем глубже колодец, тем большую работу надо произвести, чтобы достать из него ведро воды.

Задача-рисунок

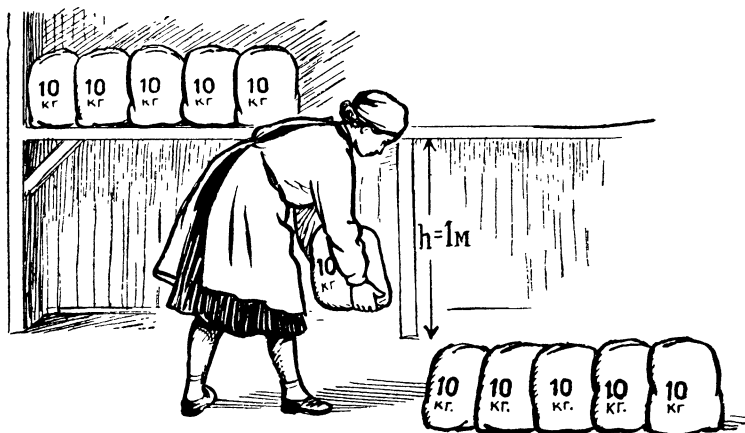


Рис. 220.

Исходя из данных рисунка, подсчитать:

- 1) Какую механическую работу проделала работница, переложив грузы с пола на полку?
- 2) Какую работу осталось ей ещё совершить, чтобы уложить на ту же полку все оставшиеся грузы?

Вопросы

1. Совершает ли человек, поднимающийся на второй этаж здания, механическую работу и в чём она заключается?
2. В чём заключается механическая работа пловца? бегуна? велосипедиста?
3. От какой механической работы освободился человек, применив в шахтах врубовую машину, на полях — комбайн, на стройке — подъёмные электрокраны?
4. От какой механической работы освободил себя человек, устроив в своём жилище подъёмный лифт, водопровод, центральное отопление?

Мощность

Работу, совершаемую за одну секунду, принято называть **мощностью**.

Мощностью обладают живые двигатели — люди, лошади, буйволы, ослы, верблюды. Обладают мощностью и различные ма-

шины, совершающие какую-либо механическую работу, например: поднимающие грузы на высоту (подъёмный кран), забивающие сваи (пневматический молот), развивающие силу тяги и передвигающие при этом грузы с одного места на другое (паровоз, тепловоз, электродвигатель, автомашины).

Для определения мощности необходимо знать величину проделанной работы и время, за которое эта работа совершена.

Полезно запомнить

1. Единицы механической работы:

1 килограмметр, 1 джоуль
 кгм дж

$$1 \text{ кгм} = 9,8 \text{ джоулей}$$

2. Единицы мощности:

килограмметр в секунду $\frac{\text{кгм}}{\text{сек}}$

лошадиная сила л. с. или НР

$$1 \text{ л. с.} = 75 \frac{\text{кгм}}{\text{сек}}$$

джоуль в секунду — $\frac{\text{дж}}{\text{сек}}$. . . ватт вт W

100 ватт = 1 гектоватт гвт hW

1000 ватт = 1 киловатт квт kW

$$1 \text{ л. с.} = 736 \text{ ватт} = 0,736 \text{ квт}$$

$$1 \text{ квт} = 1,36 \text{ л. с.}$$

Полезная работа машин определяется произведением веса поднятого машиной груза на высоту его поднятия.

Мощность механизмов

Мощность механизмов может быть определена по-разному. Так, например, можно определить мощность подъёмного крана, развиваемую им при подъёме груза на высоту. Это будет так называемая «полезная мощность» крана.



Рис. 221. Подъёмный кран.

При её определении необходимо знать:

- 1) вес поднимаемого груза в килограммах,
- 2) скорость подъёма груза в метрах за секунду.

Если, например, кран поднимает 500 кг груза со скоростью $0,7 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$, то полезная его мощность в лошадиных силах

$$N = \frac{500 \cdot 0,7}{75} = 4,67 \text{ л. с.}$$

Вместо скорости подъёма достаточно в расчётах мощности знать высоту подъёма груза и время его поднятия в секундах.

Полезная мощность всегда составляет только какую-то часть полной мощности.

Часть развиваемой мощности всегда идёт на преодоление вредных сопротивлений: трения верёвок в блоках подъёмных ме-



Рис. 222. Землечерпалка.

ханизмов, преодоление веса самих блоков, тары, в которую упакован поднимаемый груз, и т. п. Отношение полезной мощности ко всей развиваемой мощности называется коэффициентом полезного действия данного двигателя или механизма.

Все усовершенствования в конструкции различных машин обычно направлены к тому, чтобы повысить их коэффициент полезного действия.

Борьба за повышение производительности машин, за повышение их коэффициента полезного действия есть основная и первостепенная задача, решаемая техникой.

В настоящее время трудно найти такое производство, которое не пользовалось бы большим числом сложных машин. Работа этих машин является и более точной, и более скорой, чем труд человека. Современные машины по своей производительности заменяют обычно труд очень большого числа рабочих.

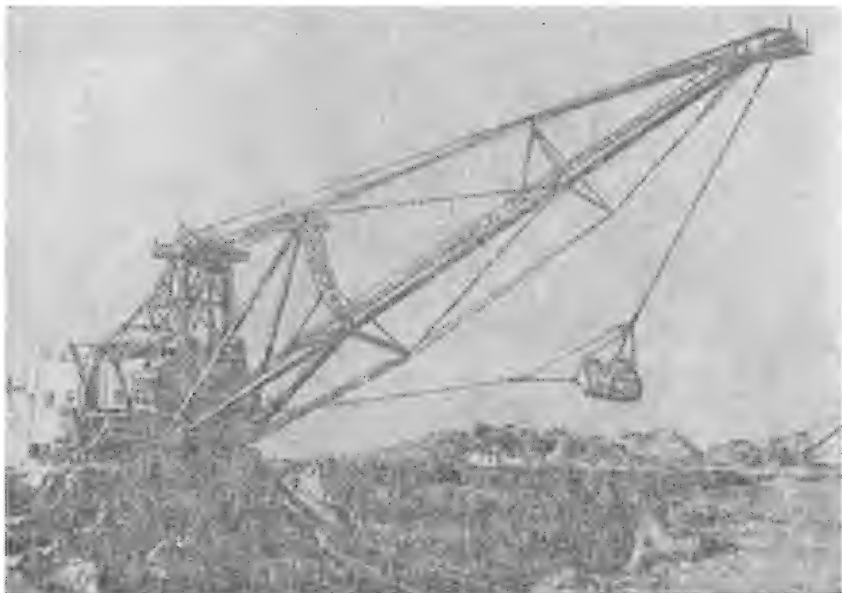


Рис. 223. Шагающий экскаватор.

Так, например, шагающий экскаватор-гигант, применяемый на великих стройках, за одну смену может заменить труд 10 000 рабочих-землекопов. Если бы эту работу поручить проделать одному человеку, имеющему мощность в среднем 0,1 л. с., потребовалось бы 20 с лишним лет на выполнение той работы, которую шагающий экскаватор производит за 8 часов.

Мощность при прыжке в высоту

Живые двигатели — человек, животные — способны временно повышать свою мощность в несколько раз. Так, например, при прыжках и человек, и лошадь могут повысить свою

мощность в 3—10 раз. Этим живые двигатели отличаются от двигателей механических, мощность которых при неизменной конструкции так сильно увеличена быть не может.

Небезынтересно проверить, какую мощность можете развить вы или ваш товарищ, сделав несколько прыжков в высоту.

Для этого необходимо знать: вес прыгающего человека в килограммах, высоту прыжка в метрах и время в секундах, в течение которого длится усилие при прыжке. Время это отсчитать трудно: обычно оно очень мало и не превышает 0,2 сек.

Для вычисления мощности в лошадиных силах при прыжке вверх может быть использована следующая формула:

$$N = \frac{Ph}{t \cdot 75},$$

где: P — вес прыгающего человека,

h — высота прыжка,

t — время (0,2 сек.).

Очень интересно подсчитать мощность, развиваемую при прыжках животными и насекомыми: лягушкой, кузнечиком и другими. Для этого нужно знать их вес и высоту прыжка (время брать равным 0,2 сек.). Затем следует определить отношение развиваемой человеком и животными мощности к их весу и посмотреть, у кого оно больше (кто сильнее).

Чья мощность больше?

Этот вопрос не может не интересовать школьников вашего класса, ваших друзей. Проще всего можно ответить на этот вопрос, испытав мощность каждого товарища хотя бы в таком упражнении. Пусть один из товарищей, имея часы на руке, влезет на верхнюю перекладину гимнастической трапеции и усядется на ней поудобнее. Все же остальные ребята, мощность которых должна быть испытана, начнут по очереди влезать на руках по шесту трапеции вверх до перекладины.

Момент начала подъёма и конец его (появление головы влетающего на уровне перекладины) должны отмечаться по времени

Для подсчёта мощности в каждом отдельном случае должны быть известны:

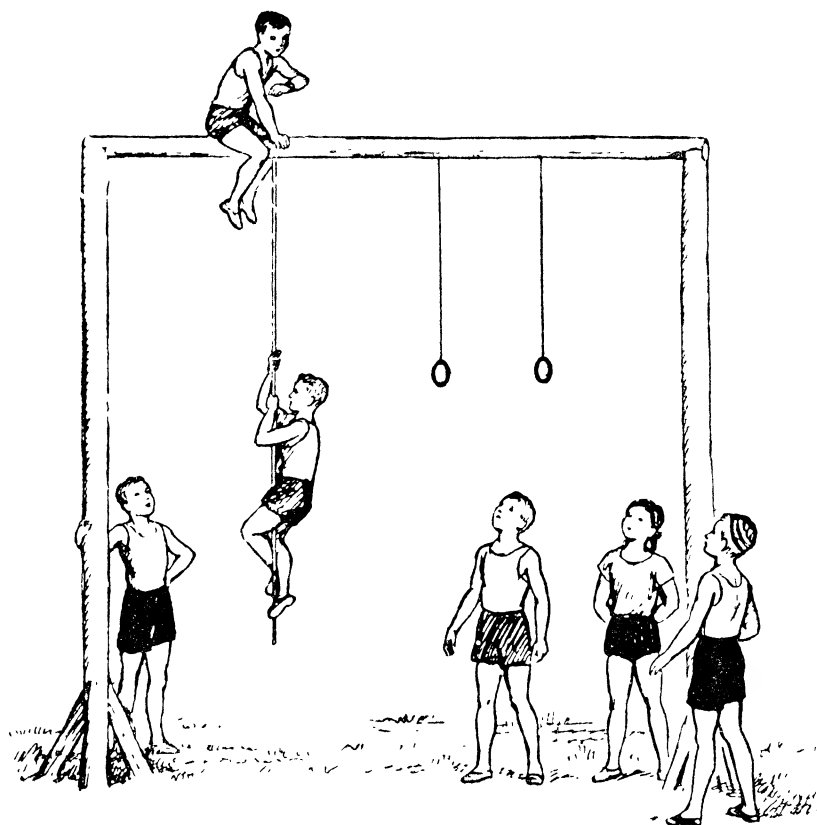


Рис. 224. Чья мощность больше?

- 1) вес влезющего в килограммах;
- 2) высота подъёма (длина шеста для всех одна и та же);
- 3) время подъёма по шесту в секундах.

Мощность в лошадиных силах определяется, как

$$N = \frac{Ph}{t \cdot 75}, \text{ где}$$

P — вес мальчика;

h — высота подъёма, равная длине шеста;

t — время подъёма в секундах.

Полученные результаты таких подсчётов мощности большого числа товарищей представляют весьма интересную и правдивую картину для сравнения, чья мощность больше.

Определение полезной мощности лифта

Полезную мощность лифта можно определить, используя следующие измерения:

1) Следя по часам, определить время, за которое лифт с нижней площадки поднимается до предельной высоты своего подъёма.

Время перевести в секунды и записать: $t = \dots \text{сек.}$

2) Узнать, на какое наибольшее число поднимаемых человек рассчитан лифт.

Средний вес человека принять 65 кг и подсчитать, чему равна наибольшая нагрузка лифта.

Записать: $P = \dots \text{кг.}$

Полезная мощность в лошадиных силах лифта определяется произведением его максимальной нагрузки в килограммах на высоту поднятия в метрах за 1 сек.

$$N = \frac{Ph}{t \cdot 75}$$

Машины-автоматы

Увеличивая производительность машин, совершенствуя их конструкцию, современная техника всё больше переходит в область автоматике, т. е. конструирует такие машины и приборы, работа которых требует всё меньше и меньше участия человека в самом рабочем процессе и оставляет на его долю только контроль и управление такими машинами.

Так постепенно возникли машины-автоматы, которых в настоящее время такое множество, что их изучение уже составляет особую отрасль техники — автоматику. Первые автоматы далёкой древности копировали движения человека или животных. Это были очень хитрые, сложные механические устройства, имеющие по большей части характер механических игрушек.

Таковыми, например, были механические утки, лебеди. Эти птицы натуральной или большей величины, чем птицы живые, могли плавать по воде, ходить по земле, наклонять и сгибать шею, издавать звуки, чистить свои пёрышки. Особенно много различных автоматов появилось после изобретения часов. Часовой механизм очень легко приспособлялся к самому разнообразному автоматическому движению.

Знаменитые часы русских механиков Ивана Петровича Кулибина (1735—1818) и Терентия Ивановича Волоскова (1729—1806) представляли собой очень интересные автоматы. Эти часы отсчитывали часы, дни, годы, указывали годы високосные, показывали положение Солнца и фазы Луны. Часы Кулибина величиной и формой напоминали гусиное яйцо. Бой часов происходил каждую четверть часа. При приближении стрелок к определённому (по заводу) часу в часах открывались дверцы, можно было

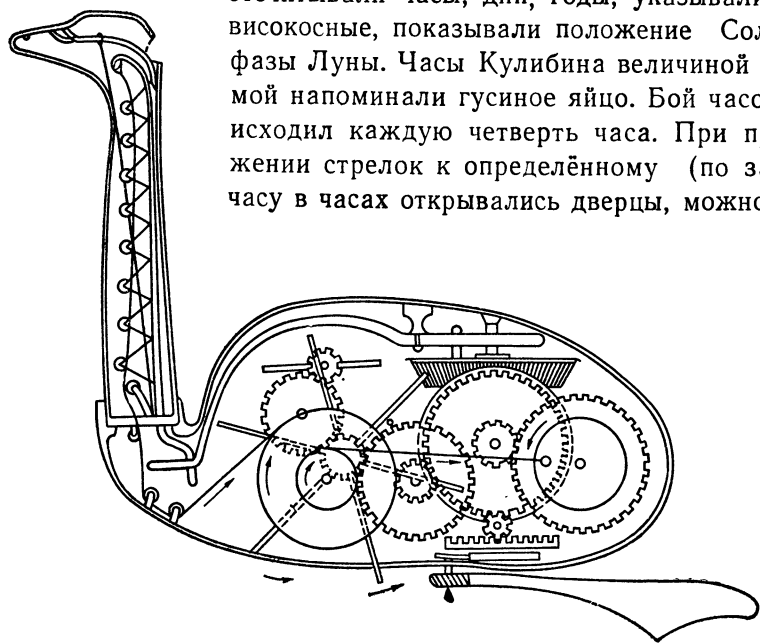


Рис. 225. Автомат-игрушка «гусь».

видеть внутренность яйца: специально сделанный зал, в котором разыгрывалась целая пьеса церковного содержания, играла музыка, двигались фигурки людей. Несомненно, часы Кулибина были одним из лучших образцов, какие только знало часовое искусство.

Во второй половине XVIII в. машины-автоматы стали внедряться в производства. Большой вклад в развитие автоматике внёс русский народ.

В 1771 г. Родион Глинка изобрёл «самопрядную машину» (самопрялку), Нартов — автоматический суппорт для токарных станков, Иван Иванович Ползунов применил в своей машине автоматический регулятор уровня воды в котле. Шиллинг (1786—1837) впервые добился взрывания мин на расстоянии при помощи электрического тока. Вообще развитие электротехники дало широкие возможности применить электрический ток для управ-

ления автоматами. В 1867 г. изобретатель А. П. Давыдов провёл автоматическую стрельбу целой батареей. Эта батарея носила название «не тронь меня» и имела орудия, которые наводились, поворачивались и производили выстрелы по цели автоматически.

В настоящее время на заводах работают тысячи различных автоматов, изготавливающих винты, гайки, болты, иголки, булавки, бутылки и другие предметы массового производства.

Один рабочий может обслуживать целый ряд станков-автоматов. Он должен лишь заправлять автоматы и регулировать их, причём он всё больше и больше освобождается от тяжёлого физического труда или труда, вредящего здоровью.

До тех пор, пока машины не были усовершенствованы и пока большая часть работы производилась вручную, не могло быть и речи о высокой точности изготовления изделий. Отдельные детали часто приходилось подгонять друг к другу.

Современное точное производство оставляет далеко позади все идеальные нормы и масштабы прошлого. Точность и тщательность обработки изделий теперь контролируются не простым глазом, а специальными автоматическими приборами, которые во много раз чувствительнее человеческого глаза.

В нашей стране автоматизация принимает самые широкие размеры. У нас существуют автоматические гидростанции, где нет ни одного рабочего, и само здание обычно всегда на замке. Пуск, остановка и регулировка этой станции происходят через управляющие аппараты, находящиеся нередко за несколько километров от станции.



Рис 226 Часы Кулибина.

Целый завод, изготавливающий автомобильные поршни, у нас работает в настоящее время автоматически, без рабочих.

Автоматы проникают в наш быт, в наше общественное обслуживание. Автоматически открываются и закрываются двери поездов метро, автоматически зажигаются лампочки в фонарях на улицах Москвы, автоматически работают наши телефоны.

Наряду с очень сложными машинами-автоматами имеются автоматы очень простого устройства.

Автомат, выбрасывающий за монеты определённой стоимости билет на проезд по Московскому метро, в принципе устроен чрезвычайно просто (рис. 227). Основной частью такого автомата является рычаг, который может опуститься одним концом своим только под действием определённого веса монет. Монеты эти, пропускаемые через щель, попадают как раз на нужный конец рычага. При ударе монет другой конец рычага поднимается, сдвигая при этом заслоночку, за которой лежит стопка проездных билетов. Заслоночка сдвигается ровно на столько, чтобы через образовавшуюся щель мог проскользнуть только один билет. Плечи рычага подобраны с таким расчётом, что из равновесия

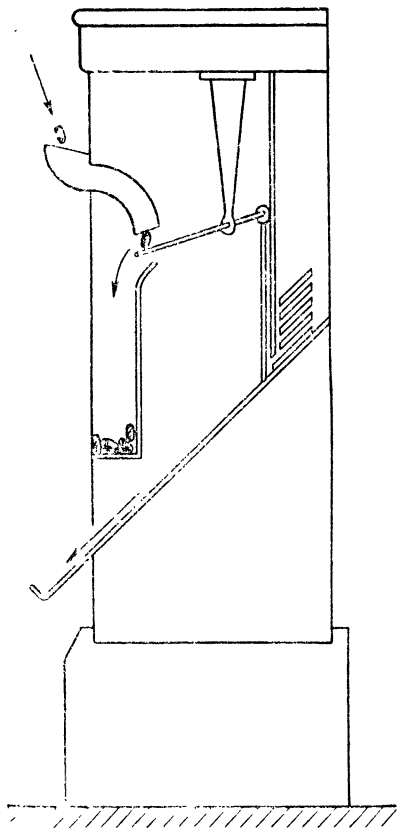


Рис. 227. Автомат
«билетная касса».

его может вывести только определённый вес монет, в сумме составляющих стоимость билета.

Механические карлики

Наряду с большим числом машин, имеющих гигантские размеры, в технике встречаются механизмы, размеры которых доводятся чуть ли не до микроскопической величины. Конструкция

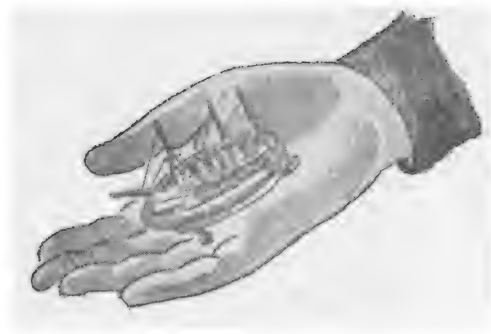
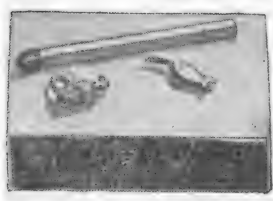
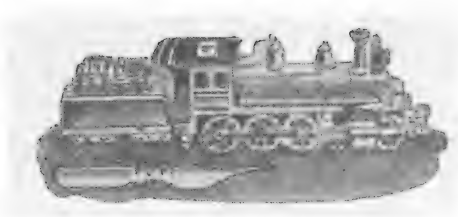


Рис. 228. Механические карлики.

таких механических карликов диктуется часто необходимостью их применения в очень мелких работах, частично может диктоваться и необходимостью облегчить вес машины, экономить металл. Порой в изготовлении очень маленького механизма проявляется особое творческое соревнование, творческое удачество, желание показать мастерство и умение такой высокой степени, чтобы и «самому было любо и другим людям было на удивление». Рассказ о знаменитом тульском мастере Левше, сумевшем подковать английскую механическую игрушку — танцующую блоху, — не выдумка, а исторический факт. На рисунке 228 помещены некоторые образцы механических карликов, сделанные руками знаменитых мастеров. Слева вверху изображён карликовый шарикоподшипник — один из изготавливаемых на Первом государственном подшипниковом заводе. Размеры шарика в таком подшипнике не превышают миллиметра. Ниже дан пример исключительно тонкой работы мастера К. Кулагина из артели имени Чкалова (Павлово на Оке): металлический замок с секретным набором весом в 0,71 г и рядом с ним «нож-рыба» весом в 0,26 г. На рисунке изображён также паровоз ювелирной работы из платины с точным выполнением необходимых деталей. По своим размерам паровоз немногим больше стального писчего пера. Паровоз заводной, способен к движению. Рисунок воспроизводит также работу русского мастера 1891 г. М. Е. Перхина — модель знаменитого парусного судна «Память Азова». Все детали судна: миниатюрные мачты, реи, трубы, шлюпки и даже канаты — сделаны из цветного золота различных оттенков. Корпус судна укреплён на уральском камне аквамарине, по окраске напоминающем цвет морской волны. Последний рисунок изображает маленький электромоторчик, сконструированный киевским школьником Н. Осиповым. Размеры моторчика таковы, что его можно поместить на узкой стороне спичечной коробки.

Мощность и размеры механизмов

При конструировании новых механизмов стараются увеличить их мощность. Для этого надо увеличить или силу, развиваемую механизмом, или скорость его движения. Увеличение силы связано обычно с увеличением размеров механизма в целом или его отдельных частей. Чем больше размеры механизма, тем, вообще говоря, большую силу способен он развить. Но гораздо

выгодней повышать мощность машин, не увеличивая их размеров, а стремясь увеличить скорость движения их рабочих частей.

Машины-гиганты

Машины-гиганты помогают человеку осуществить грандиозные планы строек. Уральский машиностроительный завод имени Орджоникидзе выпустил экскаватор, превосходящий по своей производительности всё, что знала техника прошлого. Этот гигант — механический землекоп — крупнейший в мире. Его вес 1150 тонн, а высота больше трехэтажного дома. В его кузове помещаются многочисленные устройства для управления. Тут и поворотные механизмы, тяговые и подъёмные лебёдки, целые насосные станции. Машиной управляет машинист, имеющий высшее образование. Перед его глазами на пульте — различные кнопки, сигнальные и контрольные приборы. Нажим кнопки — и машина точно и послушно выполняет желание своего водителя. Её ковш, внутри которого может поместиться легковой автомобиль, то вгрызается в земляной откос, то, поднимаясь в воздух, перебрасывает 14 кубометров земли почти на 150 м от места выемки. Экскаватор — машина самопередвигающаяся, недаром его называют «шагающим». Ступни его ног — громадные полые балки, похожие на лыжи, — имеют длину 16,3 м и ширину 2,5 м. Сами «ноги» шагающего экскаватора представляют собой две пары особо устроенных гидравлических цилиндров. Повинуясь управлению, перед тем как «шагнуть», машина приподнимается над опорной рамой и за одну минуту делает шаг длиной 2 м.

В последнее время этим же заводом выпущен экскаватор с вместимостью ковша 25 м³.

Гиганты-гидромашины при помощи воды роют, разрыхляют грунт, перемещают его на большие расстояния по трубам и в виде земляной кашицы-пульпы возводят из такого сырого грунта плотины и насыпи. Такие машины называют земснарядами. Сверхмощный земснаряд марки «1000-80» за 1 час вынимает и доставляет к месту укладки 1200 м³ грунта.

Среди тысяч автомашин-грузчиков есть гигантские грузовики-автосамосвалы. Автосамосвалы Минского завода марки «МАЗ-525» имеют грузоподъёмность 35 т и 40 т. Кузов самосвала заполняется мощными экскаваторами за 2 минуты, разгружается же без участия человека меньше чем за минуту. Длина



Рис. 229. Работа мощного земснаряда.

машины 8,3 м, высота — более 3,5 м, вес с полной нагрузкой — 47 Т. Мотор машины мощностью 300 л. с. может сообщать автомобилю скорость $30 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ (см. рис. 95).

В нашей стране год от году растут ряды рационализаторов и изобретателей — людей смелой мысли. Их предложения, внедрённые в производство, дают государству сотни миллионов рублей экономии.

Во всех концах нашего Союза люди считают своим долгом, своей честью принять участие в движении за скорейший пуск гигантских гидростанций на Волге и в Сибири. Один за другим в соревнование вступают целые заводы, каждый раз посылая в адрес великих строек всё новые и новые гигантские «чудо-машины» — детища нашей славной отечественной техники.

О технике наших дней

Русская техника во все времена была в первых рядах мировой техники и в разрешении многих технических вопросов очень часто опережала на много лет зарубежные страны. Русским инженерам, конструкторам, изобретателям в прошлом приходилось



Рис. 230. Высотный дом в Москве на Котельнической набережной.

работать в очень тяжёлых условиях. Очень часто они не только не встречали поддержки со стороны царского правительства, но вместо похвалы и поощрений имели всевозможные препятствия в своей творческой работе. Многие из русских талантливых изобретателей кончали свою жизнь в большой бедности и нужде, всеми забытые.

К счастью архивы и музеи сохранили много ценных письменных документов, по которым можно не только изучать историю русской техники, но и неоспоримо доказать, что русские учёные и техники во многих своих изобретениях стоят и по времени, и по оригинальности впереди западной Европы и Америки.

Небывало грандиозны и величественны стройки в нашем Союзе. История техники и строительства не знала ещё таких масштабов работы и таких сроков её выполнения. Сооружая сеть каналов, шлюзы, плотины, гидростанции, одних земляных работ надо произвести столько, что объём их исчислялся сотнями миллионов кубометров грунта.

Если бы этот вынутый и перемещённый грунт сложить в одну кучу, получилась бы высочайшая гора, вершиной уходящая за облака. Человеческими руками, вооружёнными только лопатой и тачкой, не создать такой горы и во многие десятилетия.

Прекрасным примером достижений советской техники может служить небольшой рассказ о строительстве высотных зданий в Москве, который дается ниже как заключение всему, что было рассказано в этой книжке её читателю, юному физику.

Высотный дом

Высотный дом — так принято у нас в Союзе называть здание, имеющее несколько десятков этажей и по сложности своей постройки далеко превосходящее всё, что строилось в прошлом: дома, храмы, башни, дворцы.

Многоэтажные высокие здания есть и в других странах. Особенно много их в больших городах Америки, где они получили название небоскрёбов. На рисунке 231 изображён типичный вид современного города Америки. Если смотреть на него с высоты, небоскрёбы кажутся скоплением гигантских коробок, поставленных одна на другую и поднимающихся вверх до облаков. Собранные вместе небоскрёбы заслоняют друг друга и этим создают особо неблагоприятные условия для их жителей. В нижние



Рис. 231. Вид г. Сан-Франциско (США)

этажи таких зданий не достигают даже солнечные лучи и свежий воздух. Сами улицы и переулки, сдавленные со всех сторон небоскрёбами, темны, сыры и безрадостны. Жизнь в них идёт при искусственном освещении.

Наши высотные дома немногочисленны: стоят они в одиночку и благодаря своей особой архитектуре служат украшением города. Большинство высотных зданий у нас предназначено для жилья человека: это гостиницы и просто высотные жилые дома, как например жилой дом на Котельнической набережной в Москве. Забота о человеке является самой главной задачей в нашем государстве. Проектируя высотные дома, инженеры и строители стараются создать в них наибольшие удобства для жизни человека.

Для перемещения жильцов с этажа на этаж в каждом высотном здании работают лифты. Лифтов много, в одном здании Московского университета на Ленинских горах их сто тринадцать. Скорость подъёма лифтов различна. Лифты не только поднимают людей, но и спускают их. Есть лифты, специально приспособленные для подъёма грузов, есть лифты «буфетные», поднимающие съестные продукты. Работа лифтов полностью автоматизирована, т. е. они останавливаются и приходят в движение только нажимом кнопок. Двери лифтов и открываются и закрываются тоже автоматически. Некоторые из лифтов движутся с малой скоростью $0,1 \frac{м}{сек}$, другие взлетают со скоростью $3,5 \frac{м}{сек}$.

Одни лифты могут остановиться на каждом этаже высотного дома, но есть лифты-экспрессы, которые пролетают без остановок по 8—10 этажей. Такой лифт менее чем за одну минуту может доставить вас на 20-й этаж, на высоту более чем 60 метров от земли. Суточный расход водопроводной воды для питья и хозяйственных нужд в высотном доме очень велик. Он может доходить до двух тысяч кубометров воды в сутки и воду приходится подавать на высоту более 200 метров. Водопроводы обычного городского устройства здесь уже не могут быть пригодны.

При подъёме воды на каждые 10 метров высоты требуется добавочное давление в водопроводных трубах на целую атмосферу. (Почему?) В обычного типа многоэтажных (6—8 этажей) домах особыми насосами дополнительно подкачивают воду и наполняют ею запасный водонапорный бак, устанавливаемый на чердаке здания.

Подача воды в верхние этажи высотного дома за счёт увеличения только мощности насосов оказалась невозможной. Потребовался бы такой большой напор воды, которого не смогли бы выдержать водопроводные трубы. Да и не только этим было бы опасно такое большое давление. А оно в высотном доме должно было бы быть не меньше 20—25 атмосфер! Получалось так, что при открывании в какой-либо квартире высотного дома водопроводного крана из него вырывалась бы струя воды такой силы, что она была бы небезопасна для жизни человека. Под такую струю не просто было бы подставить мыть голову или шею: при этом человек от удара водяной струи каждый раз падал бы в обморок.

Водопровод высотного дома имеет особое «зональное» устройство. Все этажи дома разделены на водопроводные зоны, в которые вода подаётся отдельными насосами. Так первый насос подаёт воду только до 8-го этажа, второй насос — до 16-го и т. д. Каждая зона имеет свой бак, в который накачивается вода и где излишнее давление воды «гасится», т. е. приводится к обычному: 6—8 атмосфер. Лишь при таком устройстве вся водопроводная сеть высотного дома работает нормально.

Кроме водопроводной, холодной воды, во все квартиры высотного дома подаётся горячая вода — для кухонь, ванны и к мойкам посуды.

Высотный дом отапливается тоже горячей водой, поступающей от теплоцентрали. Подсчитали, что если отопление высотных домов перевести на твёрдое топливо, то в среднем в каждом высотном доме ежедневно сжигали бы не менее четырёх вагонов каменного угля. Одна доставка такого количества топлива очень усложнила бы дело.

Квартиры в жилом высотном доме оборудованы в полном соответствии с современной техникой. Всё выполнено с большой любовью и заботой о жильцах. Каждая квартира, как бы мала она ни была, имеет отдельную кухню, отдельную ванную комнату. Стены этих помещений облицованы глазурованными белыми плитками. Вся мебель в кухне тоже белого цвета: белый кухонный стол, белые табуретки, белые дверки встроенного в стену шкафа. Отдельно устроена мойка для посуды, сушильный шкаф, холодильный шкаф. В ванной комнате устроено специальное приспособление для сушки полотенец, ящик для хранения белья, зеркальный шкаф для умывальных принадлежностей. По

соседству с ванной комнатой предусмотрено особое помещение для фотолаборатории. В квартирах имеется особый мусоропровод, и к некоторым квартирам подаётся очищенный от пыли освежённый воздух.

Большая высота, доходящая до 240 метров по вертикали, необычно грандиозные размеры всего высотного дома потребовали для своего возведения новых строительных материалов и новых приёмов строительной техники.

В настоящее время кирпич в высотном здании составляет только $\frac{1}{4}$ часть всех строительных материалов, да и то используется кирпич особый: лёгкий, дырчатый, особой облегчённой конструкции. Дерево почти уже не служит строительным материалом, как раньше, а идёт только для отделки внутренних помещений. Вместо него на стройке большое место занимает железо и бетон. Облегчают стройку особые «заготовки», которые заранее изготавливаются на заводах и уже в готовом виде доставляют на строительство. В виде таких заготовок прибывают двери, оконные рамы, лестничные марши и площадки, большие площади потолка и межкомнатных перегородок. Заготовку требуется только поднять и укрепить. И всё же, несмотря на то, что многие даже крупные детали подаются к строительству в готовом виде, самый подвоз строительного материала к строящемуся высотному дому является делом очень сложным.

Так, например, при постройке Московского университета на Ленинских горах для подвоза материалов пришлось проложить 15 километров железных дорог, более 30 километров автодорог и иметь в действии автомобильный парк из 700 грузовых машин. На строительство высотного дома ежедневно прибывало до 1000 тонн различного груза. Это значит, что каждые 3—5 минут на стройку приходит гружёная машина, которую необходимо тут же разгрузить и груз разместить по этажам. Естественно, что рабочие вручную справиться с этим никогда не могли бы.

Большие трудности вызывает при возведении высотного дома и большой вес всей постройки, он достигает 200 тысяч тонн и выше. Вес только одного главного корпуса здания Московского университета на Ленинских горах равен 1,3 миллиона тонн. Здание такого большого веса оказывает очень большое давление на грунт. Поэтому особое внимание при постройке высотного дома уделяется прежде всего устройству его фундамента. Увеличи-

вается опорная площадь здания, соответствующим образом укрепляется структура самого грунта, и фундамент закладывается не в виде одной массивной плиты, а делается «коробчатым».

В статье «Прочность конструкции» уже говорилось о том, какую прочность приобретает спичечная коробка благодаря своей форме. Даже освобождённая от спичек и ставшая полым телом, она сохраняет достаточную жёсткость и не легко продавливается. Чтобы придать телу жёсткость и этим увеличить его сопротивляемость к внешнему давлению, не обязательно делать тело сплошным, надо найти лишь ту пространственную конструкцию, которая, как говорят строители, свяжет тело в цельную жёсткую систему. «Пространственной конструкцией» пустой спичечной коробки является взаимное расположение её днища, стенок и крышки.

Вот на такие «пустотелые» коробчатые фундаменты опираются и высотные здания. Это оказалось наиболее прочным и экономичным. Огромные пустотелые вместилища коробок фундамента используются под подвальные помещения высотного дома. В них размещается техническая часть здания. Это целые этажи, «жилыми» которых являются машины, моторы, ряд различных сложных механизмов и специальные пульты управления, а все трубы и электропровода, опутывающие сложной сетью здание высотного дома, спрятаны от глаз в его стенах. Мощность потребляемой высотным домом электроэнергии, когда он уже построен и вступил в эксплуатацию, очень велика. В иных домах она превышает 5 тысяч киловатт. Не всякий город может сравниться по потреблению электроэнергии с одним высотным домом.

Сложность технической оснащённости высотного дома, выделение в нём целых этажей для размещения машин и механизмов — вот что отличает наши высотные дома от постройки многоэтажных домов в прошлом.

Попытаемся представить себе объём работ, которые необходимо было выполнить строителям при рытье котлованов под фундаменты высотных домов. Площадь, занимаемая выстроенными в Москве до 1954 года высотными зданиями, составляет сотни тысяч квадратных метров. Прочные породы, которые по своей твёрдости могут служить опорой высотным зданиям, залегают на глубине 20—30 метров. Поэтому, чтобы «поставить» высотный дом на землю, надо перекопать и вынуть десятки миллионов кубических метров земли. Для десяти миллионов

куб. метров грунта это составит: $10\,000\,000 \text{ куб. метров} \times 1,8 \frac{\text{т}}{\text{м}^3}$
(уд. вес земли) = 18 000 000 тонн грунта.

Чтобы вывезти этот грунт в железнодорожных вагонах (по 60 тонн в вагоне), потребуется $18\,000\,000 : 60 = 300\,000$ вагонов.

Приняв условно наибольший состав железнодорожного товарного поезда в 100 вагонов, видим, что для перевозки грунта потребуется не меньше 3000 эшелонов таких поездов. Каждый поезд по своей длине займёт 1 км. Установленные в ряд, один за другим с севера на юг эти поезда, груженные вынутым на строительстве в Москве грунтом, растянулись бы от берегов Северного Ледовитого океана до Черного моря.

Материала для возведения только стен высотных зданий потребовалось столько, что его хватило бы для постройки вокруг Москвы по всему бульварному кольцу стены толщиной в 2 метра и высотой с трёхэтажный дом (10 метров).

Все примеры, приведённые выше, говорят о том, что в современном строительстве работа может быть выполнена не мускульной силой рабочих, а главным образом работой мощных современных механизмов. Подъёмные краны, экскаваторы, бульдозеры, различные автокары, механические погрузчики и подъёмники облегчают труд строительных рабочих, позволяют сокращать сроки строительства. Раньше многоэтажные дома из кирпича строились годами. В настоящее время даже высотный дом возводят так быстро, что кажется, он растёт на глазах. В то время, когда возводят только ещё каркас верхних этажей, в средней части здания возводят стены, а в нижних этажах уже идёт внутренняя отделка дома.

Очень часто хозяйство высотного дома сравнивают с городским хозяйством небольшого города. Сравнение такое во многом очень правдиво. Только хозяйством высотного дома благодаря автоматике значительно проще управлять. К сожалению, в городском хозяйстве это ещё далеко не так. Вот хотя бы пожарная охрана!

В каждом высотном доме все противопожарные мероприятия автоматизированы.

Для противопожарной сигнализации служит помещённый в маленькую коробочку прибор, обычно находящийся в стене на лестничных площадках, в коридорах квартир, в вестибюлях и других местах высотного здания.

В коробочке находится особая металлическая пластинка, очень чувствительная к повышению температуры окружающего воздуха. При пожаре от нагревания пластинка изгибается, замыкает контакт специальной электрической цепи и в тот же момент прибор даёт сигнал в дежурную комнату пожарной охраны. Световой сигнал при этом укажет место возникшего пожара. Тревожный сигнал одновременно будет дан и в городскую пожарную команду. Все пожарные насосы данной части высотного здания автоматически начнут действовать. И произойдёт всё это в течение 5—7 минут.

На примере строительства высотного дома и его технического обслуживания можно убедиться, какое большое значение имеет современная техника. Без работы мощных машин, разнообразия их типов, а также автоматического управления ими человеку не под силу было бы совершить все механические работы, осуществляемые при строительстве городов, заводов, плотин и других современных сооружений.

Трудности работы рождают творческие поиски их разрешения. Многочисленная армия людей физического и умственного труда, объединившись, может создать и создаёт поистине сказочные творения.

Одним из таких творений, бесспорно, является постройка высотного дома, техника обслуживания которого чудеснее всякой сказки.

СОДЕРЖАНИЕ

Восстанови в памяти метрические меры . . .	3
Простейшие измерения	15
Основные свойства физических тел	89
Молекулярное строение тел	113
О давлении	127
Сведения из механики	219

Соколова Евгения Николаевна
ЮНОМУ ФИЗИКУ

Редактор *Ю. Н. Дрозжин*
Обложка художника *В. Ю. Кащенко*
Художники *В. Ю. Кащенко,*
С. А. Митрофанов, Л. М. Смехов
Художественный редактор *Б. М. Кисин*
Технический редактор *В. Л. Волчек*
Корректор *В. Соловьева*

* * *

Сдано в набор 14/V 1958 г. Подписано к печати
23/II 1959 г. 60×92¹/₁₆. Печ. л. 18,5 + 1 л. вкл. Уч.-
изд. л. 14,76+0,51 вкл. Тираж 35 тыс. экз. А 00979.
Заказ № 728.

Цена без переплета 4 р. 50 к. Переплет 80 коп.

* * *

Учпедгиз. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.
Полиграфический комбинат
Ярославского Совета народного хозяйства,
Ярославль, ул. Свободы, 97.

Цена 5 р. 30 к.